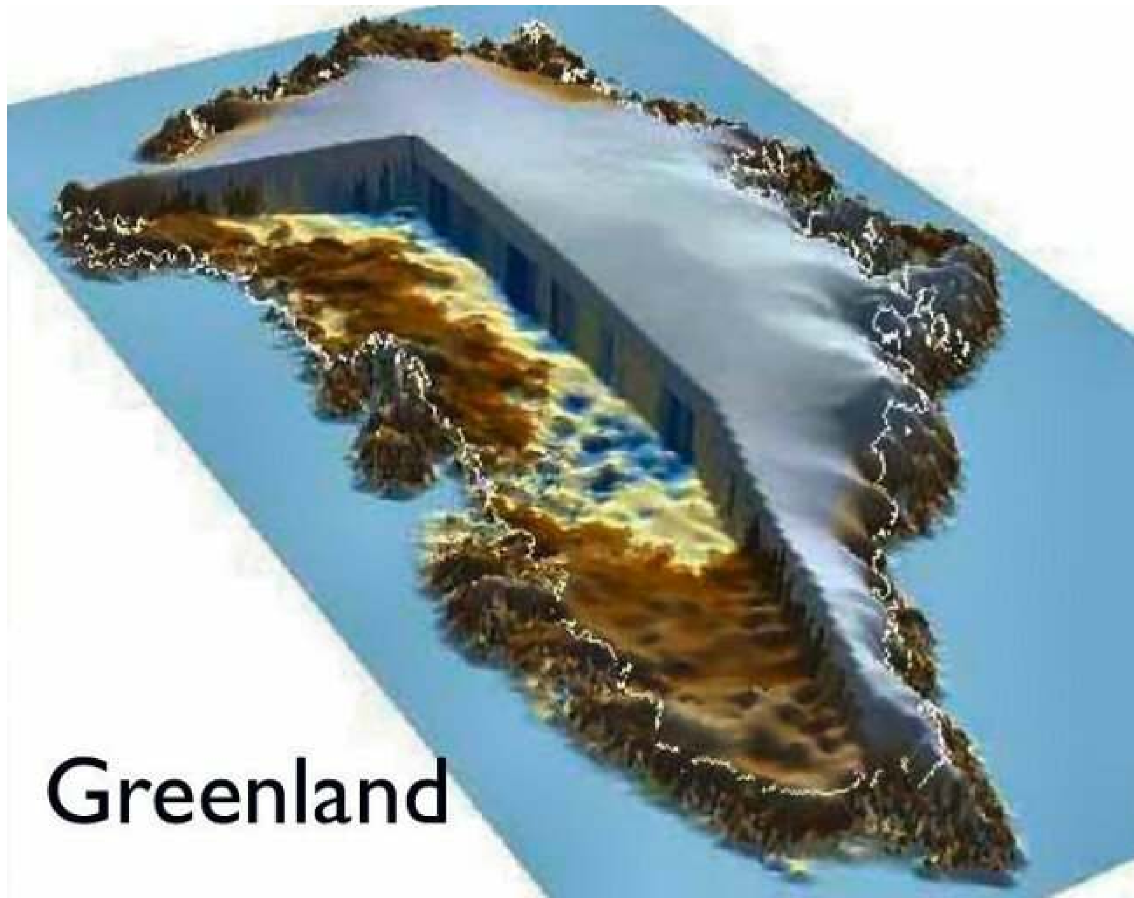
EL CALENTAMIENTO GLOBAL ACELERA EL DESHIELO DE GROENLANDIA POR ARRIBA Y POR DEBAJO (1ª PARTE)

Luis Lluna Reig

Marzo de 2017



Datos de la capa de hielo de Groenlandia (aproximadamente el 80% de la totalidad de la isla)

Superficie: 1.710.000 km² — **Casi igual a las de Portugal, España, Francia, Suiza, Bélgica, Países Bajos y Alemania juntas**

Longitud: 2.400 km

Ancho: 1.110 km

Espesor: 2.000 – 3.000 m

PRÓLOGO

En este documento se exponen una serie de extremadamente graves perturbaciones que se están desarrollando en el Ártico provocadas por el calentamiento global y que van a tener un efecto trascendental sobre todo el planeta, un efecto que sin duda ya ha empezado a manifestarse. Peter Wadhams, catedrático de Física Oceánica de la Universidad de Cambridge, afirma que *"el Ártico se ha convertido en motor del cambio climático, y no sólo en consecuencia"*. Se incide especialmente sobre Groenlandia que desde hace algunos años viene experimentando un acelerado deshielo.

El documento está dividido en varias partes debido a su gran tamaño, por las numerosas imágenes y gráficas que en él comparecen.

Debe ser considerado como un trabajo en colaboración, pues se han incluido árticulos completos de diferentes autores y centros especializados publicados *online.* Si bien los artículos tienen carácter divulgativo, en general los autores y centros que los han publicado son de gran prestigio en el ámbito del calentamiento global y cambio climático.

Nuestra tarea ha consistido fundamentalmente en buscar, estudiar, seleccionar, extractar, hacer comentarios, traducir, agregar figuras relacionadas con los contenidos y hacer resúmenes de los artículos, buscando siempre una concatenación y un orden en el conjunto. Nos hemos permitido asimismo para facilitar la lectura de este muy extenso documento destacar numerosos pasajes con subrayados, cambios del tamaño y color de la letra e, incluso, con un color de fondo. Son los diferentes autores y centros que se citarán los genuinos protagonistas del documento y por ello vamos a darles la palabra en este prólogo:

Peter Wadhams, catedrático de Física Oceánica en la Universidad de Cambridge: *"La mayoría de glaciólogos que estudian el deshielo de Groenlandia calculan que [en este siglo] habrá un metro o más de subida [del nivel del mar], quizá mucho más". "La velocidad a la que se derrite la capa de hielo de Groenlandia ha aumentado enormemente en los últimos años, debido al aire más caliente que llega en verano procedente del océano Ártico". "Los glaciares de desagüe empezaron a sufrir una aceleración facilitada por el agua del deshielo hasta el punto de que, en la actualidad, algunos avanzan al doble de velocidad y depositan mucho más hielo en el mar, en forma de icebergs".*

Carol Ramussen, del Equipo de Noticias de las Ciencias de la Tierra de la NASA: *"Muchos de los grandes glaciares de Groenlandia se encuentran en mayor riesgo de fusión por la base de lo que anteriormente se había pensado, de acuerdo con los nuevos mapas del fondo del mar en torno a Groenlandia creados por un equipo internacional de investigación".*

Jane Beitler, Directora del Grupo de Comunicación de la Ciencia, Centro Nacional de Datos sobre Nieve y Hielo (NSIDC), Universidad de Colorado, Boulder: *"La capa de hielo de Groenlandia contiene el hielo suficiente como para elevar el nivel del mar veinticuatro pies [7,3 m], si se fundiera la totalidad".*

Eric Rignot, catedrático de la Ciencia del Sistema Terrestre en la Universidad de California, Irvine, e investigador principal de la Ciencia del Radar y Sección de Ingeniería del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA, Pasadena, California: *"Los valles submarinos [de Groenlandia] hacen los glaciares más susceptibles de retrocesos rápidos y prolongados. Supone un cambio radical en relación con el nivel del mar. El ascenso del nivel del mar debido a Groenlandia será más elevado de lo que proyectan los actuales modelos".*

Mathieu Morlighem, profesor adjunto de la Ciencia del Sistema Terrestre, Universidad de California, Irvine, cofundador del Modelo del Sistema de la Capa de Hielo: *"Sabemos ahora que el deshielo de Groenlandia no va cesar en una década o algo así. Continuará deshelándose. Al tiempo que el hielo retroceda, mantendrá el contacto con el océano porque este lo seguirá tierra adentro".*



Peter Waldhams, catedrático de Física Oceánica en la Universidad de Cambridge:

"El calentamiento del Ártico está avanzando al doble o el triple de velocidad que en el resto del mundo". "[...] el Ártico... se ha convertido en motor del cambio climático, y no sólo en consecuencia".

"[...] estamos ante el empobrecimiento espiritual de la Tierra. ***Nuestra codicia y nuestra estupidez nos han arrebatado la belleza del hielo marino del océano Ártico que nos protegía frente a los efectos de los extremos climáticos. Ahora necesitamos actuar urgentemente si queremos salvarnos de las consecuencias".***

Kevin Schaefer, Tingjun Zhang, Lori Bruhwiler, L. Andrew P. Barrett, Centro Nacional de Datos de Nieve y Hielo de la Universidad de Colorado en Boulder, Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), EE.UU., artículo *Amount and timing of permafrost carbon release in response to climate warming* [Cuantía y evolución temporal de la liberación de carbono del permafrost como respuesta al calentamiento climático], TELLUS, 15 de febrero de 2012:

"La fusión y la emisión del carbono actualmente congelado en el permafrost aumentará la concentración atmosférica de CO_2 y amplificará el calentamiento de la superficie para iniciar una retroalimentación positiva (permafrost carbon feedback, PCF)... ***Predecimos que el PCF cambiará el Ártico desde el estado de sumidero de carbono al de fuente de carbono a partir de la mitad de los años 2020, y es lo suficientemente intenso como para anular un 42-88% del efecto de todos los sumideros de carbono terrestres. La fusión y descomposición del permafrost es irreversible... [Nuestra] estimación puede ser conservadora, puesto que no tiene en cuenta el calentamiento amplificado de la superficie debido al propio PCF."***

Mario Picazo, Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Barcelona. Licenciado en Geografía y Matemáticas por la Universidad de Nuevo México. Máster y Doctorado en Geografía y Ciencias de la Atmósfera por la Universidad de California, UCLA:

"Un estudio reciente publicado en Nature Geoscience ha revelado que el permafrost del hemisferio norte se está descongelando mucho más rápido de lo que inicialmente se había previsto hace unos años. Una vez se descongelan kilómetros y kilómetros de tundra, los gases atrapados durante millones de años en el subsuelo, pasan a formar parte de nuestra atmósfera atrapando energía y aumentando de manera considerable la temperatura del aire...". *"Hay precedentes de este tipo de acontecimientos, mencionados en algunos estudios paleoclimáticos, que hacen alusión a un periodo de elevadas temperaturas y concentraciones de CO_2 hace 56 millones de años.* ***Se cree que por aquel entonces la liberación de gases como el [dióxido de carbono] CO_2 o el [metano] CH_4 procedentes de superficies de permafrost, pudieron ser el detonante de un cambio de clima radical en nuestro planeta."***

Wolfgang Feist, *físico alemán:* ***"Y lo que necesitamos son principios que defiendan nuestra humanidad... Necesitamos una línea roja que indique, sin género de duda, lo que es bueno y lo que es malo... Los mayores problemas de la humanidad provienen de nosotros mismos. Por eso las soluciones deben partir también de nosotros".***

El último informe del Consejo Noruego para los Refugiados (NRC, por sus siglas en inglés) indica que en 2014, más de 19 millones de personas tuvieron que abandonar sus hogares por desastres como inundaciones, tormentas o terremotos. Según sus cálculos, desde 2008 una persona cada segundo se ha visto obligada a dejarlo todo por estas razones. Sesenta desplazados por razones ambientales cada minuto, apunta el informe, que indica que los continentes más afectados son Asia y América.

Según los cálculos de ACNUR (la agencia de la ONU para los Refugiados), en los próximos 50 años entre 250 y 1.000 millones de personas se verán obligadas a abandonar sus hogares y trasladarse a otra región de su país o incluso a otro Estado si el ser humano no frena el cambio climático.

Leonardo Boff, teólogo, filósofo, profesor, escritor y ecologista brasileño: "Por primera vez en el proceso conocido como hominización, el ser humano se ha dado a sí mismo los instrumentos de su propia destrucción... De ahora en adelante la existencia de la biosfera estará a merced de la decisión humana".

http://elpais.com/elpais/2017/01/05/ciencia/1483641450_746829.html

Un verano sin hielo en el Ártico

El calentamiento de la región avanza al doble de velocidad que en el resto del planeta. El deshielo que genera se ha convertido en un elemento que impulsa el cambio climático

PETER WADHAMS, catedrático de Física Oceánica en la Universidad de Cambridge.

Publicado en El PAÍS el 8 de enero de 2017 Traducción de María Luisa Rodríguez Tapia

RESUMEN NUESTRO (Este resumen es largo por la gran densidad de contenido del artículo. Se han añadido al final unas notas complementarias que guardan relación con el resto del documento)

Peter Wadhams expone en el artículo que se inserta más abajo una síntesis de las importantes perturbaciones que están teniendo lugar en el Ártico debidas al calentamiento global y el cambio climático, y considera que constituyen una grave amenaza para todo el planeta. El deshielo generado por el cambio climático se ha convertido en un impulsor del propio cambio climático; es lo que se denomina un *efecto de retroalimentación positiva* que refuerza el aumento previsto de temperatura.

Indica el científico la gran disminución que se ha producido desde los años setenta del siglo pasado en la extensión y espesor, por consiguiente, también en el volumen del hielo marino ártico; este último se ha reducido en los meses de septiembre a la cuarta parte. El calentamiento del Ártico está avanzando al doble o triple de velocidad que en el resto del mundo. Wadhams pronostica que en muy corto plazo no habrá hielo en el Ártico durante el período estival.

La desaparición del hielo hace que el albedo (o reflectividad) –el porcentaje de radiación solar incidente que la superficie terrestre refleja o devuelve a la atmósfera-- disminuya del 0,6 al 0,1, lo que significa un aumento de la energía solar absorbida por la Tierra, por tanto, un mayor calentamiento global. Esto es debido a que el área perdida por el retroceso del hielo queda cubierta por el agua, que tiene un albedo mucho menor.

Además, la nieve de las tierras costeras del Ártico se derrite en primavera mucho más rápido que anteriormente, por las masas de aire caliente que llegan a estas costas. Estima Wadhams que el descenso del albedo por la reducción del hielo ártico y el retroceso de los glaciares en todo el mundo, unido a la rapidez de fusión de la nieve, contribuyen en un 50% al calentamiento global directo. Expone así un ***primer efecto de retroalimentación positiva*: el calentamiento global provoca la reducción mencionada del albedo, y esta a su vez intensifica el calentamiento.**

La velocidad de fusión de la capa de hielo de Groenlandia ha aumentado enormemente en los últimos años, debido al aire más caliente que llega en verano procedente del océano Ártico. En 2012, un año de récord, hubo un momento, en el mes de julio, en el que el 97% de la capa de hielo de Groenlandia estaba cubierta por agua de deshielo.

Esta rápida fusión de la capa de hielo de Groenlandia está intensificando el vertido directo al océano del agua de deshielo, y además, está provocando una aceleración de los glaciares costeros. El agua de fusión de la superficie se abre paso por agujeros denominados *molinos* hasta el lecho de roca, avanza sobre este hasta la base de las lenguas glaciares, y al reducir la fricción de estas con el lecho

rocoso, las lenguas aceleran su descenso al océano donde se fragmentan formando icebergs. La velocidad de descenso se ha duplicado. Es uno de los procesos que ha contribuido a la acelerada regresión de los glaciares de desagüe en Groenlandia observada desde principios del presente siglo.

El agua dulce proveniente del rápido deshielo en Groenlandia, junto con una más elevada temperatura del agua del mar en el norte de Europa, está generando una ralentización, que podría ser ya un colapso, de la corriente termohalina (o cinta transportadora), que contribuye a la regulación del clima mundial. Como consecuencia, pronostica Wadhams, se producirá a finales de siglo un temible ascenso de temperatura de 4 ^{O}C en la Europa continental.

El acelerado deshielo de Groenlandia ha hecho cambiar los criterios del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en relación con el ascenso del nivel del mar. Antes lo evaluaba en función del calentamiento de las aguas marinas y la regresión de los glaciares de montaña en los Alpes, las Rocosas y otros lugares, ahora ya da participación al deshielo en Groenlandia. Se ha proyectado un ascenso del nivel del mar para finales del presente siglo de un metro o mucho más, lo que supone un serio peligro para la población residente en las áreas costeras bajas. Muchas de las ciudades más importante construidas en la costa estarían en peligro, por ejemplo, Sidney, Melbourne, Bangkok, Nueva York, Miami, Tokio, Shanghai, Bombay, Buenos Aires, Dubai, Atenas o Barcelona, por nombrar solo unas pocas, y también regiones costeras, como Bangladés, e islas de muy baja elevación, algunas de las cuales ya han sido cubiertas por el agua, como en el archipiélago de las Salomón; otras están seriamente amenazadas y parcialemente cubiertas.

Señala también Wadhams el gravísimo peligro que supone la fusión del *permafrost marino*, sedimentos congelados que yacen en los fondos marinos desde la última Era Glacial conteniendo grandes cantidades de hidratos de metano –un compuesto de metano y hielo--. Su fusión liberaría enormes cantidades de metano (CH_4), un gas de efecto invernadero 23 veces más potente [se le asigna también el valor 25] que el dióxido de carbono (CO_2), lo que contribuiría a intensificar el calentamiento global. La desaparición del hielo marino por el calentamiento global facilitaría esta fusión, ya que este hielo viene a jugar un papel de aislante térmico de las aguas subyacentes. **Se trata, pues, de otro sumamente peligroso efecto de retroalimentación positiva del calentamiento global.** En el mar de Siberia oriental así como en los mares de Laptev y Kara ya se han observado manifestaciones de una incipiente fusión de hidratos de metano. Según sus cálculos, estos gases liberados producirían un calentamiento extra de 0,6 ^{O}C en todo el mundo para 2040.

La corriente en chorro que separa el Ártico de las masas de aire de latitudes más bajas se ha ralentizado, lo que causa la prolongación de los sistemas meteorológicos locales de un solo fenómeno, por ejemplo, sequías, inundaciones, olas de frío o calor. Las mayores repercusiones se están notando en las latitudes intermedias del hemisferio norte, que albergan las tierras de cultivo más productivas del planeta.

Por todos estos efectos de retroalimentación, el futuro del calentamiento no puede trazarse de forma lineal, con arreglo al volumen de las emisiones de CO_2. Es posible que aunque se reduzcan las emisiones de dióxido de carbono, el sistema no reaccione porque está desarrollando un ímpetu propio, manifiesta Wadhams.

Concluye Wadhams su artículo con estas palabras: «He dedicado toda mi vida de científico, desde los 21 años, a investigar la ciencia del hielo marino y los océanos polares. ¿Qué significan estos cambios para mí ahora que digo mi adiós personal a este mágico paisaje? Por encima de todo, siento que, además de una catástrofe práctica para la humanidad, **estamos ante el empobrecimiento espiritual de la Tierra. Nuestra codicia y nuestra estupidez nos han arrebatado la**

belleza del hielo marino del océano Ártico que nos protegía frente a los efectos de los extremos climáticos. Ahora necesitamos actuar urgentemente si queremos salvarnos de las consecuencias». [El subrayado es nuestro]

NOTAS.- Wadhams señala, pues, dos importantes efectos de retroalimentación positiva que contribuyen a intensificar el cambio climático: la reducción del albedo y la liberación de metano por fusión de los hidratos de metano, que parece estar en fase de iniciación.

Obviamente, por no dar al artículo una excesiva extensión, el científico omite algunos efectos y circunstancias que contribuyen a la rápida fusión de la capa de hielo de Groenlandia.

Primero.- El deterioro del firn de la capa de hielo de Groenlandia, por disminución de su capacidad de absorción, está contribuyendo a intensificar la liberación del agua de deshielo. Al comienzo de la 2ª Parte de este documento, se expone detalladamente este fenómeno en el artículo *Noticias del Servicio Geológico de Dinamarca y Groenlandia (GEUS). Mecanismo de una más rápida liberación del agua de fusión en la capa de hielo de Groenlandia.*

Segundo.- Se ha descubierto recientemente que en ciertas regiones costeras de Groenlandia la profundidad del agua es bastante mayor de lo que se creía. Esta circunstancia está acelerando la velocidad de descenso de las lenguas glaciares por adelgazamiento de la base al estar en contacto con las cálidas y profundas aguas procedentes del océano. Se expone con mayor detalle en la 2ª Parte de este documento, en el artículo de Carol Rasmussen, del Equipo de Noticias de las Ciencias de la Tierra de la NASA, con título *Nuevos mapas señalan el riesgo de deshielo de los glaciares de Groenlandia.*

Tercero.- Se ha puesto de manifiesto, también recientemente, que los lechos de algunos glaciares en Groenlandia se prolongan en el interior de la isla por más de 100 kilómetros, las profundidades pueden alcanzar los 800 metros y el ancho, hasta los 10 kilómetros. La consecuencia es que el océano, con sus aguas cálidas, podrá seguir al glaciar en su retroceso durante muchos más kilómetros de los 10 que se creía, y de esta manera contribuirá a su acelerada fusión y regresión por un largo período de tiempo. Si a esto se añade el progresivo calentamiento de las aguas oceánicas, se comprende los efectos que esto podrá tener sobre la aceleración del deshielo en Groenlandia y, por consiguiente, en el ascenso del nivel del mar. Se expone con amplitud al final de la 2ª Parte de este documento, en el artículo de Jane Beitler, Directora de Comunicación de la Ciencia, Centro Nacional de Datos sobre Nieve y Hielo y Centro de Datos Mundiales de Glaciología, Universidad de Colorado, Boulder, con título *Una regresión submarina. Nuevos mapas llegan hasta el fondo de los glaciares de desagüe de Groenlandia.*

Cuarto.- Guarda también relación con la reducción del albedo. Se trata de un ennegrecimiento detectado en la superficie de la capa de hielo de Groenlandia debido a la rápida fusión. Hay dos efectos de retroalimentación relacionados con este ennegrecimiento. Se expone en la 3ª Parte de este documento, en el artículo publicado por el Instituto de la Tierra, Universidad de Columbia, con título *El hielo de Groenlandia se está ennegreciendo; el riesgo de fusión aumenta. La retroalimentación por la propia fusión provoca cambios en la reflectividad* [reducción del albedo].

http://elpais.com/elpais/2017/01/05/ciencia/1483641450_746829.html

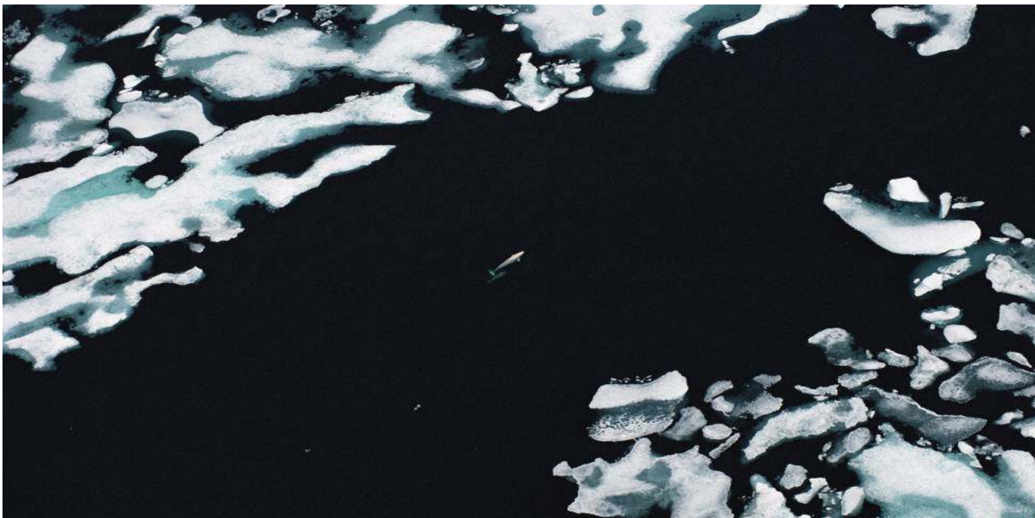
EL PAÍS

Un verano sin hielo en el Ártico

El calentamiento de la región avanza al doble de velocidad que en el resto del planeta. El deshielo que genera se ha convertido en un elemento que impulsa el cambio climático

PETER WADHAMS es catedrático de Física Oceánica en la Universidad de Cambridge.

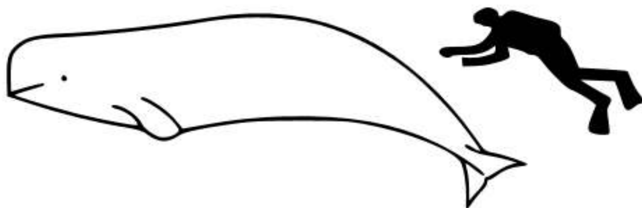
Traducción de María Luisa Rodríguez Tapia. 8 ENE 2017



Una beluga se abre paso en medio del hielo del Ártico durante la primavera. Flip Nicklin (Minden Pictures-Getty)

[NOTA.- La **beluga (*Delphinapterus leucas*)** es una especie de cetáceo odontoceto que habita en la región ártica y subártica. La especie presenta un dimorfismo sexual moderado; los machos son más largos que las hembras en un 25% y son más robustos. Los machos adultos miden entre 3,5 y 5,5 metros de longitud, mientras las hembras crecen entre los 3 y 4,1 metros.]

FUENTE: WIKIPEDIA

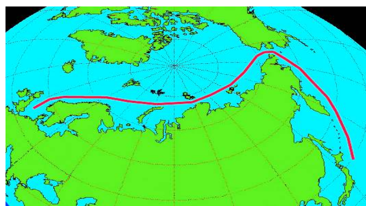


Comparación de tamaño entre un humano promedio y una beluga



Cabeza de una beluga donde se observa la gran prominencia frontal que alberga el *melón* y el color blanco distintivo.

En un pasado no lejano, el océano Ártico estaba cubierto de hielo todo el año. En invierno, la capa de hielo se extendía hacia latitudes tan bajas como el mar de Bering, la bahía de Baffin y el mar de Groenlandia. En verano, retrocedía, pero el borde helado llegaba hasta muy cerca de las costas. Los rompehielos tenían grandes dificultades para atravesar los estrechos pasos costeros de la Ruta del Mar del Norte y el Paso del Noroeste.



Ruta del Mar del Norte (izquierda)

Paso del Noroeste y variantes (derecha)





En la parte inferior central del mapa puede verse la Bahía de Baffin (Baffin Bay), entre la Isla de Baffin (Baffin Island) y Groenlandia (Greenland).

El Mar de Groenlandia (Greenland Sea) se encuentra al este de Groenlandia (Greenland) y norte de Islandia (Iceland).

El Mar de Bering (Bering Sea) puede verse en el extremo izquierdo del mapa, entre Alaska y la costa siberiana de Rusia.

Según Peter Wadhams, en un pasado no muy lejano, el hielo del Ártico se extendía hasta estas regiones.

[NOTAS E IMÁGENES NUESTRAS]





La situación ha cambiado. **Una superficie que en aquel entonces tenía 8 millones de kilómetros cuadrados en septiembre (periodo de mayor retroceso), hoy ha pasado a tener durante ese mes solo 3-4 millones de kilómetros cuadrados, y el espesor medio del hielo se ha reducido a la mitad, por lo que el hielo estival no tiene más que la cuarta parte del volumen que tenía en los años setenta del siglo pasado.**

El calentamiento del Ártico está avanzando al doble o el triple de velocidad que en el resto del mundo, y eso está acelerando de tal modo la desaparición del hielo que acabará produciendo un verano sin nada de hielo a muy corto plazo, tal vez incluso el año próximo, dada la extraordinaria incapacidad del Ártico para volver a helarse que estamos viendo este invierno.

Figura superior: Evolución de los hielos entre 1980 y 2012.

FUENTE: BLOG DE JOSÉ ANTONIO DONCEL DOMÍNGUEZ (I.E.S. LUIS CHAMIZO, DON BENITO, BADAJOZ). El deshielo del Polo Norte y sus consecuencias. Efectos del calentamiento global. http://jadonceld.blogspot.com.es/2013/02/el-deshielo-del-polo-norte-y-sus.html [Imagen agregada al artículo]

Antiguamente, la mayoría del hielo ártico se había formado varios años antes, lo que se denominaba hielo plurianual. Tenía una topografía escarpada y grandiosa, con grandes crestas de presión que impedían el paso a los exploradores y los barcos. **Hoy, casi todo el hielo es de primer año; se ha formado durante la estación actual, alcanza un grosor de solo 1,5 metros** y no tiene más que unas cuantas crestas pequeñas que cortan una superficie muy plana. El hielo que se forma durante un solo invierno puede derretirse durante un solo verano, y eso provoca lo que el climatólogo estadounidense Mark Serreze llama la “espiral ártica de la muerte”. Y la muerte del hielo estival se aproxima.



Una buena muestra de la enorme disminución del grosor del hielo: un submarino nuclear emergiendo en el Ártico.

[IMAGEN Y COMENTARIO AGREGADOS]

Las consecuencias de esa desaparición son dramáticas para el planeta. **Cuando el hielo se derrite, el albedo —el porcentaje de radiación solar que la superficie terrestre refleja o devuelve a la atmósfera— cae del 0,6 al 0,1, con la consiguiente aceleración del calentamiento global. El motivo es que el hielo estival retrocede en una época en la que se está recibiendo mucha radiación del sol. Se calcula que el ritmo de desaparición del hielo está causando una disminución del albedo en todo el mundo que contribuye en un 25% a los efectos directos del calentamiento global causado por los seres humanos.**

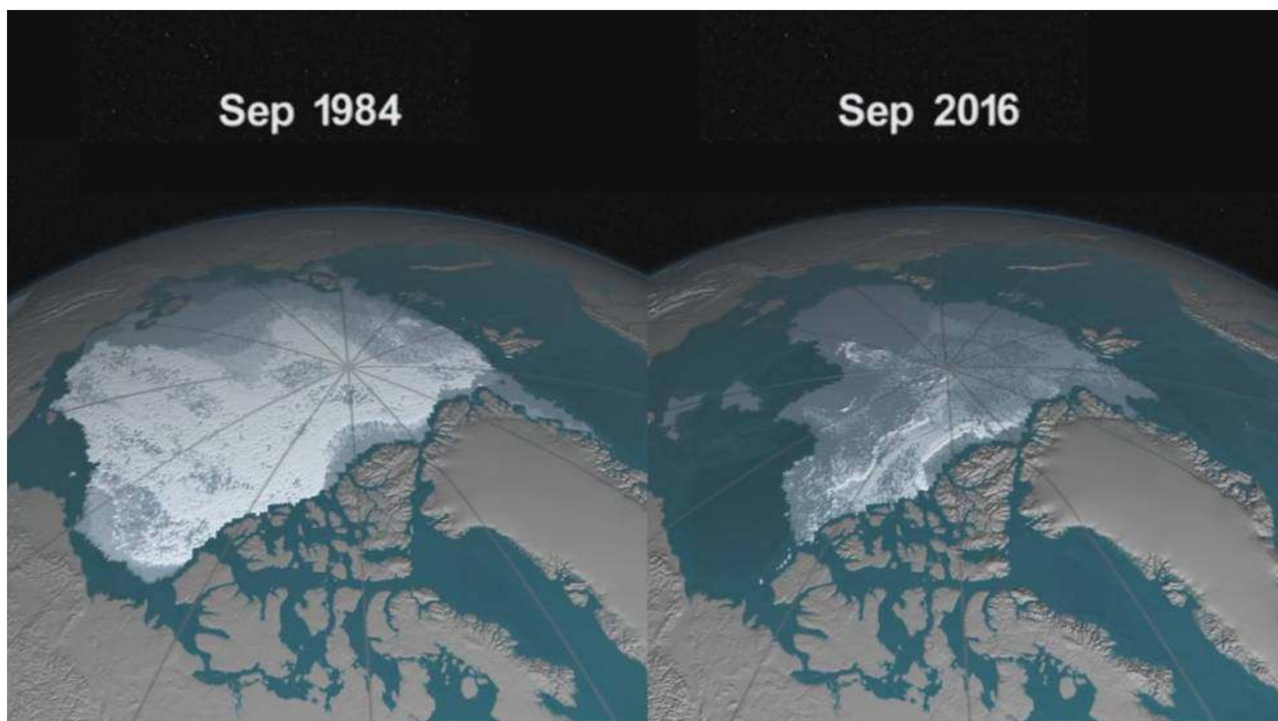
También estamos viendo que, a medida que desaparece el hielo marino, **la nieve de las tierras costeras del Ártico se derrite mucho más deprisa en primavera**, debido a las masas de

aire más caliente que llegan a esas costas desde el mar despejado; en junio de 2012, había una superficie de 6 millones de kilómetros menos que en 1980. **Si unimos estos dos efectos, el descenso de albedo de la nieve y el del hielo, en total, contribuye en un 50% al calentamiento global directo, lo cual demuestra hasta qué punto el Ártico, al absorber más radiación, se ha convertido en motor del cambio climático, y no sólo en consecuencia. Por cada dos moléculas de gas de efecto invernadero que enviamos a la atmósfera, el deshielo y la nieve derretida añaden el equivalente a una molécula más al recalentamiento del planeta.**

Una segunda consecuencia del retroceso del hielo marino es la subida global del nivel del mar. La velocidad a la que se derrite la capa de hielo de Groenlandia ha aumentado enormemente en los últimos años, debido al aire más caliente que llega en verano procedente del océano Ártico. Hasta los años ochenta, había poco deshielo veraniego en la isla y la subida del nivel del mar se atribuía, en parte, al calentamiento de los océanos —que hace que el agua sea menos densa y por tanto suba de nivel— y, en parte, a la retirada de los glaciares de montaña en lugares como los Alpes y las Rocosas.

Izquierda **SEPTIEMBRE DE 1984** La capa de hielo viejo –de más de 5 años-- es más gruesa y resistente a fundirse en los veranos cálidos. En 1984 se extendía a lo largo de 1.860.000 km^2.		Derecha **SEPTIEMBRE DE 2016** En 32 años, esa misma capa de hielo viejo se ha reducido a finales de verano a 110.000 km^2. Apenas un 6%.

NOTA NUESTRA.- El mes de septiembre es el de menor extensión de hielo en el Ártico. El hielo más joven se funde rápidamente con el incremento de la temperatura durante el verano. A medida que el hielo viejo vaya desapareciendo la extensión del hielo en el mes de septiembre será menor, y pudiera suceder que con el transcurso del tiempo, durante este mes, desaparezca por completo el hielo del Ártico e incluso quede completamente libre de hielo durante todo el año.



Fuente: NASA´s Scientific Visualization Studio N. CATALÁN/EL PAÍS

Arctic Sea Ice Minimum **http://climate.nasa.gov/vital-signs/arctic-sea-ice/**

A partir de los ochenta, en la capa helada de Groenlandia empezaron a aparecer charcas de agua del deshielo, un agua que en gran parte se va por unos agujeros llamados molinos glaciares hasta las

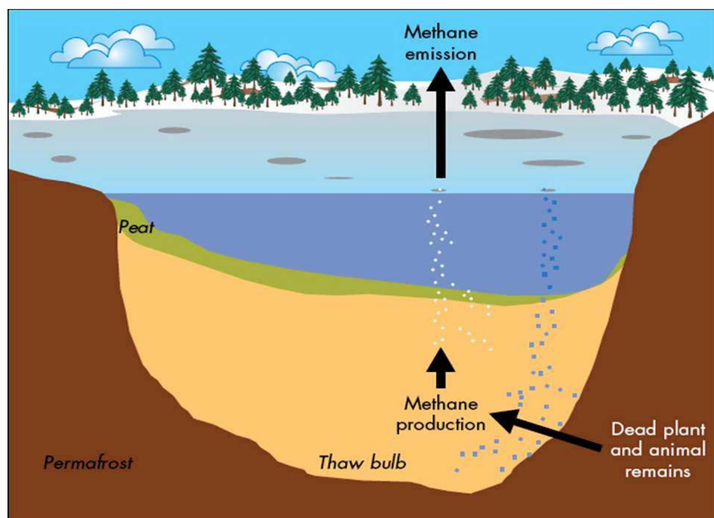
capas más profundas o hasta la roca. **Los glaciares de desagüe empezaron a sufrir una aceleración facilitada por el agua del deshielo hasta el punto de que, en la actualidad, algunos avanzan al doble de velocidad y depositan mucho más hielo en el mar, en forma de icebergs. En 2012, un año de récord, hubo un momento, en el mes de julio, en el que el 97% de la capa de hielo de Groenlandia estaba cubierta de agua de deshielo.**

El hielo estival no tiene más que la cuarta parte del volumen que tenía en los años setenta del siglo pasado.

Las consecuencias son muy graves: todavía en 2007, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, en inglés) hacía la predicción muy poco realista de que el agua subiría 30 centímetros en este siglo; luego se actualizó esa cifra a 60-90 centímetros, pero **la mayoría de los glaciólogos que estudian el deshielo de Groenlandia (**y el principio del deshielo en la Antártida**) calculan que habrá un metro o más de subida, quizá mucho más.** Se trata de un cambio irreversible que tendrá efectos desastrosos en ciudades costeras como Miami, Nueva York, Shanghái y Venecia, además de aumentar la frecuencia de las inundaciones en costas llanas y abarrotadas como la de Bangladesh.

Un tercer efecto, seguramente la amenaza más inminente que se cierne sobre la humanidad, es el de las emisiones de metano de los fondos marinos. Lo mencionó el Papa en su encíclica *Laudato Si*. La desaparición de la cubierta de hielo elimina un sistema de aire acondicionado vital para el Ártico. Mientras en el verano haya algo de hielo, por poco que sea, la temperatura de la superficie del mar no puede subir de 0°C. Cuando el hielo desaparece por completo, la superficie del mar puede calentarse varios grados en verano (hasta los 7°C) cuando absorbe las radiaciones solares, y, en la poca profundidad de las plataformas continentales, ese calor llega hasta el fondo marino. Eso, a su vez, **derrite el *permafrost* marino, los sedimentos congelados que yacen allí desde la última Era Glacial.**

El deshielo del *permafrost* marino es como levantar la tapa de una olla a presión: genera la liberación de grandes columnas de metano procedente de la desintegración de los hidratos de metano (un compuesto de metano y hielo) atrapados en el sedimento del fondo. El metano tiene un efecto invernadero 23 veces mayor por molécula que el del dióxido de carbono. Una expedición anual de Rusia y EE UU al mar de Siberia Oriental ya ha observado que están subiendo más columnas de metano desde el fondo del mar, y lo han confirmado investigadores suecos y noruegos en los mares de Laptev y Kara. Como esa emisión de metano marino hace que aumenten los niveles generales del gas en la atmósfera, contribuye también de forma inmediata al calentamiento global.



En la figura puede observarse el fenómenio al que hace referencia Wadhams.

El permafrost congelado contiene restos de plantas y animales cuya descomposición ha generado metano. Cuando aumenta la temperatura del agua marina el permafrost marino [el permafrost que se encuentra bajo el agua] se descongela y libera burbujas de metano que ascienden a la superficie y pasan a la atmósfera, contribuyendo intensamente al incremento del efecto invernadero, pues el metano (CH_4) tiene un potencial de calentamiento global para un horizonte de tiempo de 100 años 25 veces superior al del dióxido de carbono (CO_2). [IMAGEN Y LEYENDA NUESTRA]

Thaw bulb (sedimento deshelado); dead plant and animal remains (restos de plantas y animales muertos)

El nivel de mar puede llegar a subir un metro este siglo, con un impacto desastroso para las ciudades costeras

Un tercio del océano Ártico está compuesto por plataformas marinas poco profundas, de entre 50 y 100 metros, por lo que la superficie afectada es inmensa. **Dos colegas y yo hemos calculado que esos gases, en un periodo de 10 años, producirían un calentamiento extra de 0,6°C en todo el mundo para 2040, y el análisis económico de mis coautores, de acuerdo con un modelo empleado por el Gobierno británico, calcula un coste total para el mundo de nada menos que 60 billones de dólares a lo largo de un siglo, es decir, un 15% más que se añade al coste general del calentamiento global de origen humano.**

Al mismo tiempo, la subida inmediata de las temperaturas será probablemente desastrosa para nuestros intentos de limitar la velocidad de calentamiento del planeta. La mayoría de los científicos no estaban preparados para afrontar esta grave amenaza, porque la desaparición masiva del hielo de las plataformas marinas en el verano no empezó hasta 2005, de modo que es un fenómeno nuevo que seguramente no había vuelto a ocurrir desde antes de la última Era Glacial.

Otro gran peligro para el bienestar de nuestro mundo es la probabilidad de que el calentamiento del Ártico y la desaparición del hielo marino sean la causa de la meteorología tan extrema que hemos vivido en los últimos seis años, con inviernos muy fríos o tormentosos en ciertas partes de Europa y Norteamérica y tiempo muy cálido en otras zonas.

La corriente en chorro que separa el Ártico de las masas de aire de latitudes más bajas es más lenta que antes, debido a que se ha reducido la diferencia de temperaturas entre esas latitudes y un Ártico en pleno calentamiento. Ese lento movimiento permite que se prolonguen los sistemas meteorológicos locales de un solo fenómeno: por ejemplo, sequías, inundaciones, mucho frío o bien olas de calor. Las mayores repercusiones se están notando en las latitudes intermedias del hemisferio norte, que son precisamente donde están las tierras de cultivo más productivas del planeta. Si el efecto persiste, la producción mundial de alimentos puede correr grave peligro, con consecuencias directas —hambruna— e indirectas, como el malestar social en los países pobres por la subida del precio de los alimentos.

La ausencia de hielo hará que se libere metano de los fondos marinos, con un potente efecto invernadero.

La última gran repercusión puede tener alguna ventaja, pero solo para los países del noroeste de Europa. **La llamada** circulación termohalina **es una circulación oceánica muy lenta, impulsada no por los vientos, sino por la distribución del calor y las precipitaciones sobre los mares.** Tiene una dimensión mundial y es conocida como cinta transportadora. En el lado oeste del Atlántico Norte, esa cinta es una corriente cálida que fluye en dirección norte hacia el Ártico. Cuando se aproxima a Groenlandia se enfría progresivamente y se vuelve más salada. El agua fría y salada de la corriente es más densa que el agua del océano que la rodea y se hunde hacia el fondo.

Circulando ahora como una corriente de fondo, el agua fría y densa fluye en dirección sur alrededor de África y sigue avanzando hasta el Pacífico donde vuelve a subir como corriente cálida. **Pero en la zona en la que la cinta se hunde en el norte de Europa no se ve ningún hielo marino desde 1998 y sospechamos que la cinta transportadora está dejando de funcionar.**



Cementerio del poblado inuit de Nagtivit (Groenlandia). PEDRO ARMESTRE

Este debilitamiento provoca que se enfríe menos el agua y es el motivo de que la Agencia Europea del Medio Ambiente **calcule que, para finales de siglo, Reino Unido, Irlanda, Islandia y las costas de Francia y Noruega (además del noroeste de España) solo subirán 2°C, frente a los terribles 4°C de la mayor parte de Europa continental.** Es una buena noticia para el noroeste de Europa, pero no para la América tropical, porque la pérdida de la corriente aumentará la temperatura de las aguas del Atlántico en esa zona y, como consecuencia, la intensidad de los huracanes.

Los datos sobre los efectos de la desaparición del hielo ártico tienen una importancia tremenda por dos motivos. En primer lugar, demuestran la nulidad de los argumentos sobre los beneficios económicos que tendría el deshielo al facilitar el transporte marítimo y la prospección petrolífera marina. **Se calcula que estos dos factores suponen miles de millones de dólares, pero el coste del calentamiento que los hace posibles se mide en billones.**

En segundo lugar, demuestran que el futuro del calentamiento no puede trazarse de forma lineal, con arreglo al volumen de emisiones de CO_2. En realidad, hay nuevos factores que intervienen en determinadas etapas cruciales, aceleran el calentamiento y quizá acaben por dominar la pauta. Hemos señalado dos nuevas repercusiones que son muy peligrosas: el efecto albedo y el efecto metano. Así que es posible que, incluso aunque reduzcamos las emisiones de CO_2, el sistema no reaccione porque está desarrollando un ímpetu propio.

Un problema grave es que, en el pasado, el IPCC, el organismo creado para advertir al mundo sobre los peligros del cambio climático, ha restado importancia a estos efectos. Ahora, con el Acuerdo de París de 2015, todos los países tienen la responsabilidad legal de reducir sus emisiones de carbono para que las temperaturas globales no aumenten más de 2°C y, si es posible, 1,5°C, respecto al nivel preindustrial.

Mi conclusión personal es que ni siquiera una rápida reducción de las emisiones de CO_2 llegará a tiempo, por lo que debemos pensar con urgencia en métodos que puedan frenar algo el calentamiento y nos

permitan ganar tiempo para cambiar la forma de vivir en este planeta.

Podemos recurrir a la geoingeniería**,** aunque despierta muchas reticencias, incluso entre los científicos. Consiste en reducir la radiación que absorbe el planeta, normalmente por la difusión de un polvo muy fino en la estratosfera para que refleje la radiación solar que llega o, de forma más benigna, inyectando pequeñas gotas de agua en las nubes en estratos que sobrevuelan el mar para hacerlas más brillantes, es decir, para aumentar su albedo. **En cualquier caso, no es una solución permanente. No sirve para detener el incremento del CO_2 en la atmósfera, por lo que, en cuanto se interrumpe el tratamiento, la enfermedad (el calentamiento rápido) vuelve a estallar con más virulencia. Tampoco detiene la acidificación del mar, otra consecuencia del aumento del nivel de CO_2, que destruirá los arrecifes de coral y tendrá terribles consecuencias para la vida marina.**

La única solución real para el calentamiento global, aparte de un inútil llamamiento a que el ser humano deje de emitir CO_2 de inmediato, es encontrar una manera de eliminar el CO_2 de la atmósfera. Esa sería la solución tecnológica definitiva. Se han propuesto varios métodos como plantar árboles de forma masiva, capturar y almacenar el carbono procedente de las centrales eléctricas alimentadas con carbón e incluso poner en contacto con la atmósfera miles de millones de toneladas de roca olivina pulverizada, que experimenta en el aire una reacción química que incluye la absorción de CO_2.

Las técnicas de geoingeniería permitirían suavizar la radiación que absorbe el planeta.

Está claro que todavía no se ha inventado un método sencillo, rentable y que consuma poca energía, pero ese es el gran reto para la humanidad. ¿Podemos convencer a nuestros políticos y científicos para que pongan su empeño en una campaña masiva de investigación de alcance mundial con el fin de diseñar un método eficaz para eliminar el CO_2 de la atmósfera normal y convertirlo en una sustancia benigna que pueda almacenarse o utilizarse? **En mi opinión, este es hoy el desafío más importante para la ciencia y la tecnología, porque lo que está en juego es nuestra misma existencia. Nosotros hemos creado el calentamiento global y nosotros deberíamos ser capaces de detenerlo.**

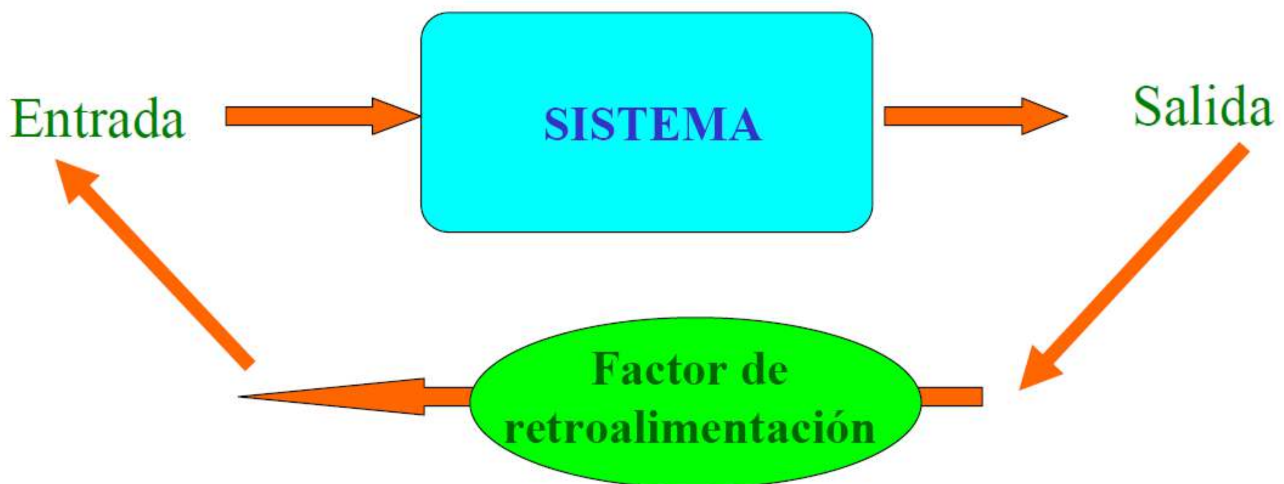
He dedicado toda mi vida de científico, desde los 21 años, a investigar la ciencia del hielo marino y los océanos polares. ¿Qué significan estos cambios para mí ahora que digo mi adiós personal a este mágico paisaje? Por encima de todo, siento que, además de una catástrofe práctica para la humanidad, **estamos ante el empobrecimiento espiritual de la Tierra. Nuestra codicia y nuestra estupidez nos han arrebatado la belleza del hielo marino del océano Ártico que nos protegía frente a los efectos de los extremos climáticos.** Ahora necesitamos actuar urgentemente si queremos salvarnos de las consecuencias.

[Los subrayados son nuestros]

EXPLICACIÓN DE LA RETROALIMENTACIÓN

Imagen crédito: http://www.ugr.es/~andyk/Docencia/MetClim/Tema09.pdf

RETROALIMENTACIONES



Retrolimentación positiva: Amplificación del proceso

Retroalimentación negativa: Atenuación del proceso

En la imagen se representa esquemáticamente la retroalimentación en un sistema. Parte de la salida (output) retrocede e interacciona con la entrada (input). Si el resultado es que la salida queda intensificada, entonces la retroalimentación es positiva (positive feedback). Si, por el contrario, la salida resulta debilitada, entonces la retroalimentación se considera negativa (negative feedback).

En el caso del clima (sistema climático), salida intensificada (retroalimentación positiva) significa incremento de la temperatura media global, es decir, calentamiento, mayor absorción por la Tierra de la energía solar. Por ejemplo, el aumento del deshielo en el ártico, (se expone a continuación). Salida reducida (retroalimentación negativa), significa disminución de la temperatura global, es decir, enfriamiento, menor absorción de energía solar. Por ejemplo, la repoblación forestal. Dado que la vegetación, por la función fotosintética, toma dióxido de carbono del aire transformándolo en oxígeno –que no es gas de efecto invernadero de forma directa--, por efecto de la repoblación forestal se produce una reducción de la concentración del dióxido de carbono en la atmósfera y, por consiguiente, una disminución en la absorción de energía solar, por tanto, un enfriamiento (salida debilitada, retroalimentación negativa).

Las cosas se complican, por ejemplo, cuando se considera el avance de la vegetación en la tundra ártica por efecto del calentamiento. Esta tundra está en los meses fríos cubierta de nieve, y cuando avanza la vegetación hacia el norte, como consecuencia del aumento en la temperatura media, se produce, por un lado, una absorción de dióxido de carbono, lo que contribuye al enfriamiento (retroalimentación negativa), pero, por otro lado, la vegetación absorbe más calor que la nieve, lo que causa calentamiento (retroalimentación positiva, efecto albedo). Por consiguiente, en este caso se presentan efectos de retroalimentación negativa y positiva. En algunos estudios se acepta que el efecto neto es de calentamiento (retroalimentación neta positiva), es decir, se considera que predomina el efecto de mayor absorción de energía solar por el incremento en la extensión de la vegetación en las zonas con nieve y su absorción extra de energía solar, sobre la reducción, por efecto de la disminución de la concentración atmosférica del dióxido de carbono que este incremento de vegetación genera.

Lo descrito es un ejemplo de cómo puede haber factores del sistema climático que tengan tanto retroalimentación positiva como negativa, entonces se hace necesario calcular cuál es la retroalimentación neta para poder saber si hay contribución neta al calentamiento o al enfriamiento de la Tierra. Otro ejemplo son las nubes.

****

http://www.youblisher.com/p/1069149-CAMBIO-CLIMATICO-2013-Bases-fisicas-2013/

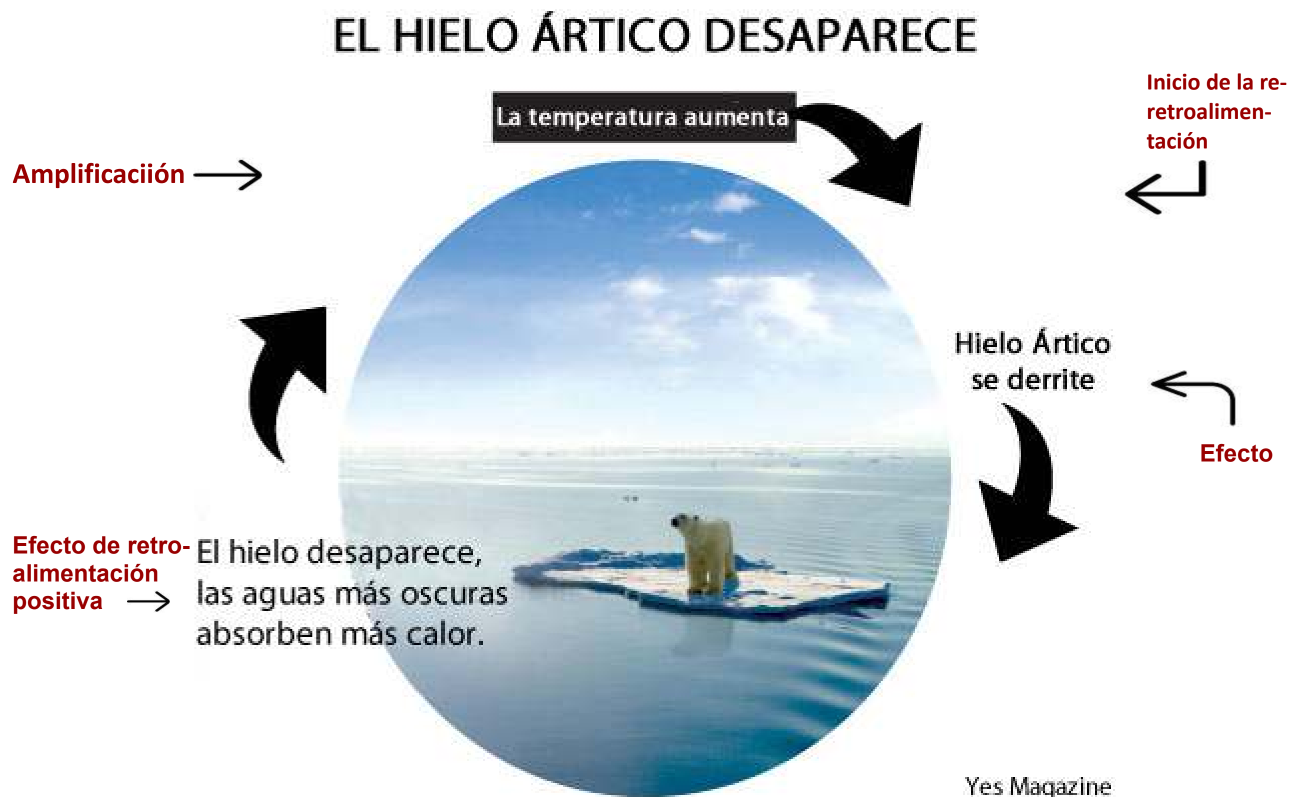
LA RETROALIMENTACIÓN EXPLICADA POR EL IPCC

IPCC, GRUPO DE TRABAJO I, BASES DE LAS CIENCIAS FÏSICAS 2013

«El sistema climático está en un balance dinámico. Por ello está continuamente ajustándose a perturbaciones forzadas, y como resultado, el clima se ve alterado. **Un cambio en cualquier parte del sistema climático, iniciado por mecanismos forzados internos o externos, tendrá una consecuencia mucho más amplia, A medida que el efecto se propaga en cascada, a través de los componentes asociados en el sistema climático, se amplifica. Esto es conocido como retroalimentación. A medida que un efecto es transferido, desde un componente del sistema a otro, se verá modificado en carácter o en escala. En algunos casos el efecto inicial puede ser amplificado (retroalimentación positiva), mientras que en otros, puede verse reducido (retroalimentación negativa o factor moderador).»**

Imagen crédito: http://cambioclimaticoglobal.com/retroali

RETROALIMENTACIÓN POSITIVA POR FUSIÓN DEL HIELO ARTICO



En la figura está representado el efecto de retroalimentación positiva debido al incremento de la fusión del hielo ártico. El calentamiento global iniciado por las emisiones de gases de efecto invernadero de larga duración antropogénicos ha provocado una mayor fusión del hielo ártico. El espacio que va dejando libre el hielo es ocupado por agua. La reflectividad (albedo) del agua es menor, es decir, absorbe más energía solar que el hielo, y de esta manera se intensifica el calentamiento global (efecto albedo). El efecto de esta retroalimentación positiva equivaldría desde el punto de vista del calentamiento al de un vertido de gases de efecto invernadero a la atmósfera. De ello resulta que, aun en el caso de que la concentración atmosférica de los gases antropogénicos permaneciera constante, proseguiría el calentamiento. Hay que mencionar dos efectos de retroalimentación positiva asociados con el anterior. Primero, al seguir aumentando la temperatura media global, se incrementa la temperatura del agua marina, intensificándose así la evaporación, por lo que la concentración atmosférica del vapor de agua --gas de efecto invernadero-- aumenta, contribuyendo también a incrementar la temperatura global. Segundo, al aumentar la temperatura marina disminuye la solubilidad del dióxido de carbono (CO_2) en el mar, pasando a ser el agua marina un sumidero de carbono menos eficiente, contribuyendo con ello a una mayor concentración del CO_2 en la atmósfera y, por tanto, al calentamiento global. Todo esto, conjuntamente, contribuye, a su vez, a una mayor fusión del hielo ártico, lo que intensifica el calentamiento, y así sucesivamente. De este modo es como se van asociando los efectos de retroalimentación positiva. Una asociación que reviste una extraordinaria peligrosidad.

No obstante, la exacta relación del incremento de la concentración del vapor de agua en la atmósfera con el calentamiento no es algo tan simple, porque uno de los efectos de dicho incremento es el aumento de nubosidad, y actualmente está debatiéndose si las nubes en su conjunto tienen una retroalimentación positiva o negativa. Aunque el IPCC en su informe de 2013, se inclina a considerar como *probable* que la retroalimentación para el conjunto de todas las nubes es positiva, no todos los científicos opinan lo mismo.

Análogo efecto de retroalimentación positiva al de la regresión del hielo ártico se produce por la regresión del hielo de los glaciares terrestres, así como por la fusión más temprana de la nieve en el margen continental ártico al comienzo de la primavera, y la formación más tardía de la capa de nieve en el otoño, puesto que, la tierra, las rocas y la vegetación tienen una menor reflectividad (albedo) que la nieve o el hielo, absorbiendo, pues, más energía solar. Esta retroalimentación positiva se asocia con las descritas en el párrafo inicial.

Todo esto da una idea de la gran complejidad del sistema climático y de su enorme potencial de amplificación del calentamiento.

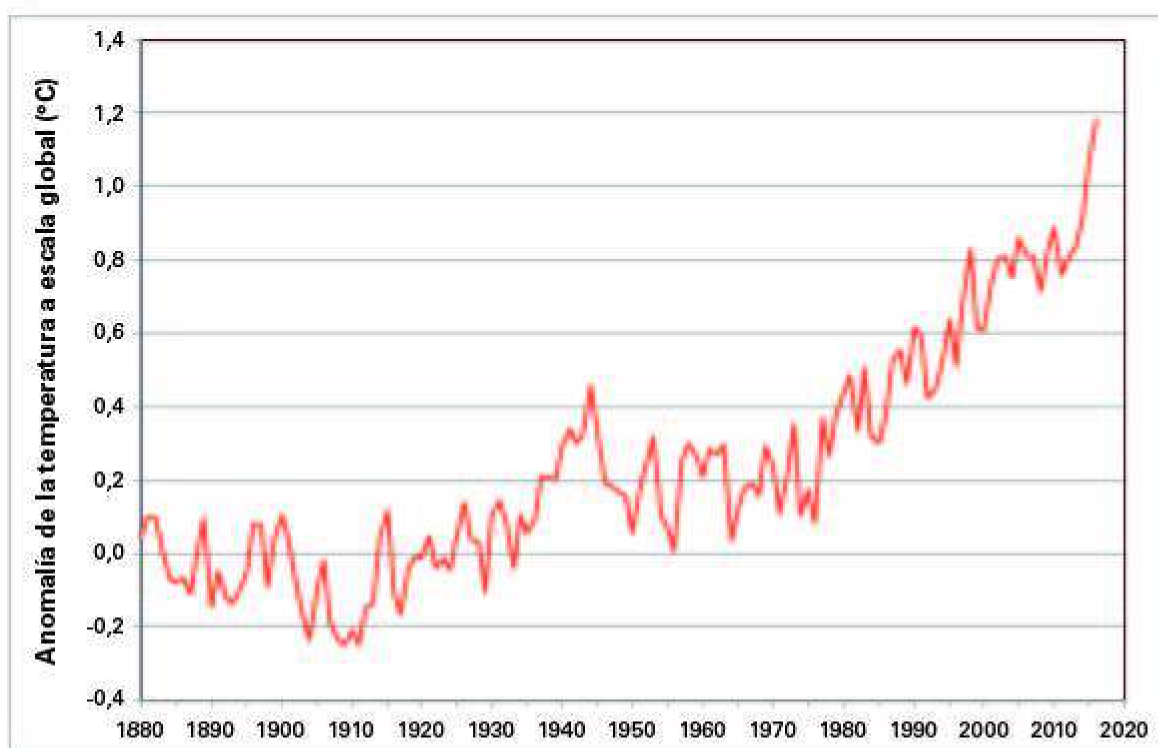
https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/declaraci%C3%B3n-provisional-de-la-omm-sobre-el-estado-del-clima-mundial-en

Declaración provisional de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2016

NOTA.- Los comentarios y subrayados son nuestros. Publicado 14 Noviembre 2016 Press Release Number: 15

Evolución de la temperatura media global

Anomalías de la temperatura desde el final de la era preindustrial



Datos: NOAA, NASA, Oficina Meteorológica del Reino Unido/Unidad de Investigación Climática

[COMENTARIO.- Pueden observarse algunos períodos de estabilidad de la temperatura media global con oscilaciones, pero a partir de 1950-60 la línea media de la curva muestra un claro y continuo crecimiento, que asusta desde 2010]

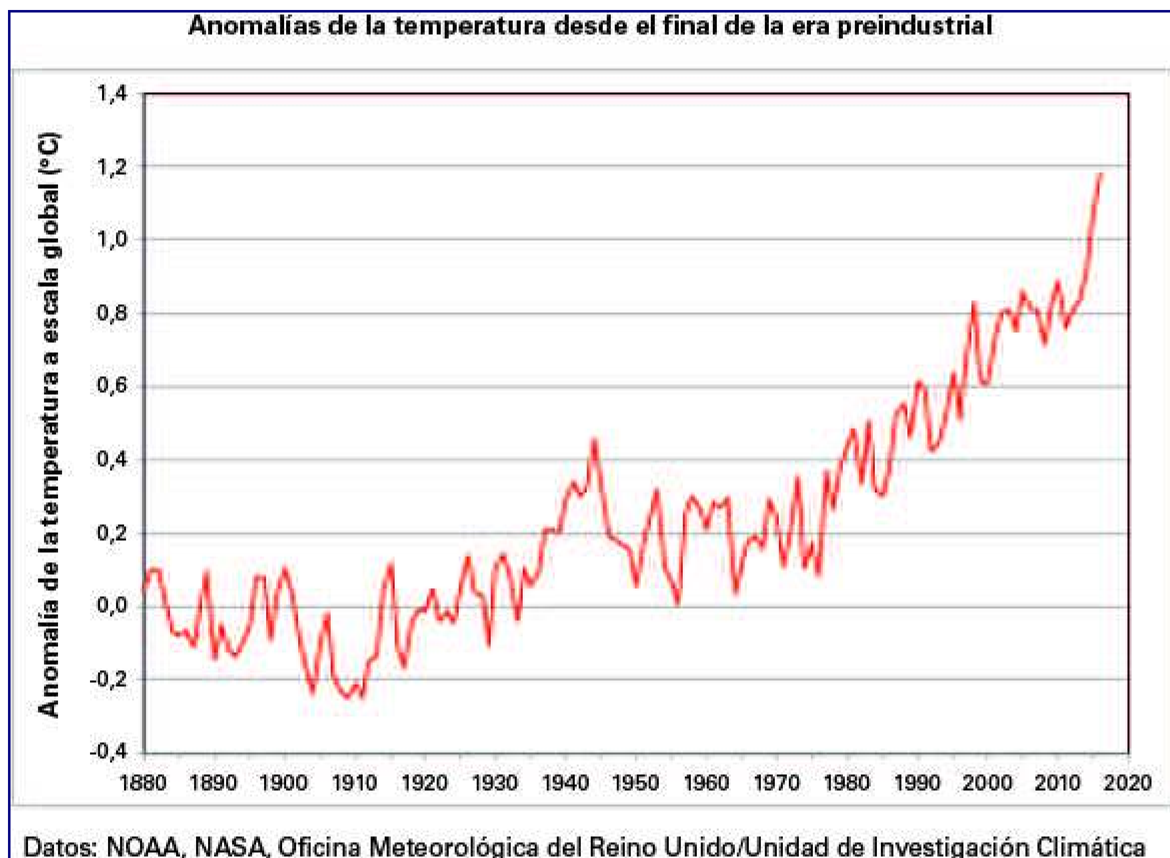
Se prevé que en 2016 se batirán los récords de temperatura de 2015

Es muy probable que 2016 sea el año más cálido del que se tenga constancia, y las temperaturas mundiales serán aún más elevadas que las temperaturas sin precedentes registradas en 2015. Los datos preliminares indican que el aumento de la temperatura mundial de 2016 será de aproximadamente 1,2 °C por encima de los niveles preindustriales, de acuerdo con una evaluación realizada por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

A escala global, las temperaturas registradas de enero a septiembre de 2016 fueron

superiores en 0,88 °C (1,58 °F) a la media (14 °C) del período comprendido entre 1961 y 1990, que la OMM utiliza como valor de referencia. Las temperaturas alcanzaron su nivel máximo en los primeros meses del año debido al intenso episodio de El Niño de 2015-2016. Según los datos preliminares correspondientes a octubre, **las temperaturas se encuentran en un nivel lo suficientemente elevado en 2016 como para que constituya el año más cálido jamás registrado, lo cual significa que 16 de los 17 años más cálidos de que se tiene constancia corresponden al presente siglo (1998 fue el otro).**

Los indicadores del cambio climático a largo plazo también baten récords. Las concentraciones de los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera continúan aumentando y alcanzan niveles sin precedentes. Los hielos marinos del Ártico permanecieron en niveles muy bajos, sobre todo durante los primeros meses de 2016 y el período de recongelación en octubre, **y se observó un nivel de deshielo importante y especialmente precoz en la capa de hielo de Groenlandia.**

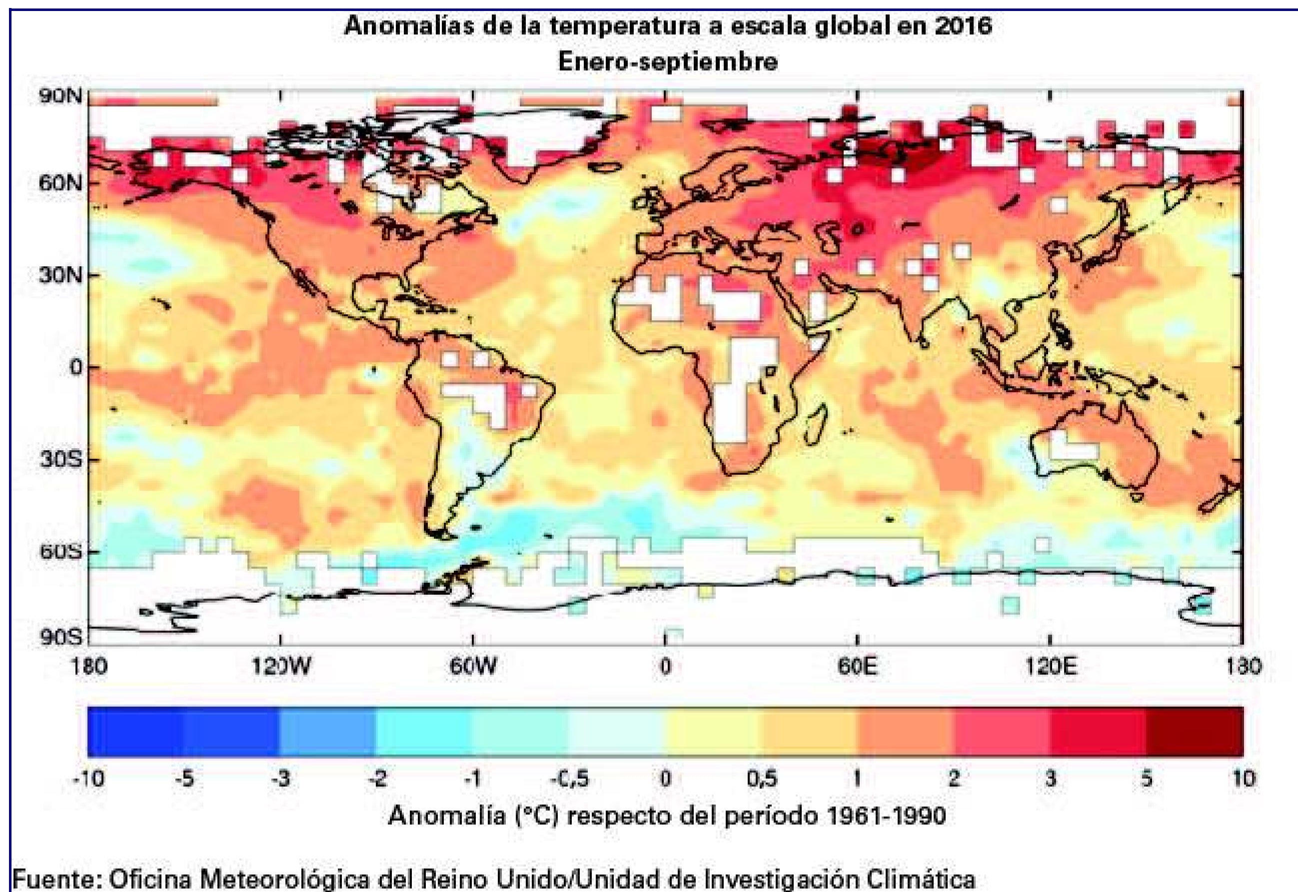


Se incrementó el calor oceánico debido al episodio de El Niño, lo que contribuyó a la decoloración de los arrecifes de coral y **al aumento del nivel del mar por encima de lo normal.**

Hasta la fecha, el fenómeno más mortífero de 2016 ha sido el **huracán Matthew**, que provocó la emergencia humanitaria más grave de Haití desde el terremoto de 2010. **A lo largo del año, los fenómenos meteorológicos extremos han causado pérdidas socioeconómicas considerables en todas las regiones del mundo.**

"Un nuevo año, un nuevo récord. Se prevé que en 2016 se superarán las altas temperaturas registradas en 2015", afirmó Petteri Taalas, Secretario General de la OMM. "El calor adicional procedente del intenso episodio de El Niño ha desaparecido, pero el calor que se desprende del calentamiento global continuará", agregó.

"En zonas del Ártico de la Federación de Rusia, las temperaturas fueron superiores a la media a largo plazo en 6 °C a 7 °C. En muchas otras regiones árticas y subárticas de Rusia, Alaska y el noroeste de Canadá se superó la media en al menos 3 °C. Antes medíamos las temperaturas récords en fracciones de grado", advirtió el señor Taalas.



[**COMENTARIO**.- El mapa recoge datos del período enero-septiembre de 2016. Puede observarse el gran incremento de temperaturas en la zona ártica en la que abundan el permafrost y los hidratos de metano. La progresiva descongelación del permafrost liberará gran cantidad de dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4), este último con un potencial de calentamiento global para un período de 100 años 25 veces mayor que el del dióxido de carbono, lo que intensificará el calentamiento global. Esta descongelación ya es manifiesta desde hace algunos años. Los hidratos de metano se presentan como cristales de hielo con gas metano natural encapsulado en su interior, se encuentran principalmente en los bordes de las plataformas continentales donde el lecho marino desciende abruptamente hacia la sima oceánica. El calentamiento del mar favorece su descongelación, pudiendo liberar fantásticas cantidades de metano que contribuirían a una gran intensificación del calentamiento. En algunos lugares ya se han observado manifestaciones de liberación de metano por los hidratos de metano. Hay hidratos de metano en las plataformas continentales del ártico. Algunos científicos opinan que, por una serie de razones, la liberación del metano a la atmósfera por los hidratos de metano será por el momento muy reducida, pero sí podría producirse de seguir intensificándose el calentamiento global, a lo que la fusión del permafrost

podría contribuir decisivamente.

Puede apreciarse el calentamiento de los océanos Índico y Pacífico, lo que está relacionado con la intensificacción de los episodios El Niño y La Niña, causantes de catastróficos fenómenos climatológicos como prolongadas sequías, ciclones, temporales de lluvia que producen grandes inundaciones.]

“Debido al cambio climático, ha aumentado la incidencia y los efectos de los fenómenos extremos. Las inundaciones y las olas de calor que solo sucedían una vez en una generación son cada vez más frecuentes. El aumento del nivel del mar ha incrementado la exposición a las tormentas de tempestad relacionadas con los ciclones tropicales”, señaló.

“El Acuerdo de París entró en vigor en un tiempo récord y con un nivel de compromiso mundial sin precedentes. La Organización Meteorológica Mundial respaldará la transformación del Acuerdo de París en acciones”, subrayó.

“En la OMM nos esmeramos por mejorar la vigilancia de las emisiones de gases de efecto invernadero para ayudar a que los países las reduzcan. Si se dispone de mejores predicciones climáticas en escalas temporales de semanas a décadas, los sectores fundamentales como la agricultura, la gestión de los recursos hídricos, la salud y la energía podrán adoptar medidas de planificación y adaptación de cara al futuro. Los sistemas de alertas tempranas y predicciones meteorológicas que tengan en cuenta los impactos salvarán vidas tanto ahora como en los próximos años. Es sumamente necesario fortalecer la capacidad para prestar servicios climáticos y de alertas tempranas en caso de desastre, especialmente en los países en desarrollo. Esa es una forma poderosa de adaptarse al cambio climático”, afirmó el señor Taalas.

[**COMENTARIO.**- El párrafo precedente no puede ser más alarmante. Significa, lisa y llanamente, la proclamación de un estado de emergencia mundial indefinido.]

La OMM publicó la declaración provisional de 2016 para presentarla en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que tiene lugar en Marrakech (Marruecos) (22º período de sesiones de la Conferencia de las Partes). La declaración final se publicará a comienzos de 2017. Por primera vez, en la evaluación se incluyen observaciones de los asociados de las Naciones Unidas con respecto a las consecuencias humanitarias.

La declaración complementa un informe sobre el clima mundial 2011-2015, que también se presentó en el 22º período de sesiones de la Conferencia de las Partes, a fin de ofrecer un panorama del clima a más largo plazo y hacer frente a los fenómenos plurianuales, como las sequías. En dicho informe se demostró que, **de los 79 estudios publicados en el Boletín de la Sociedad Meteorológica de Estados Unidos entre 2011 y 2014, en más de la mitad se constató que el cambio climático provocado por las actividades humanas contribuyó a los fenómenos extremos en cuestión. En algunos estudios se indicó que la**

probabilidad del calor extremo se había multiplicado por diez o más.

Aspectos destacados:

Temperaturas

Las temperaturas mundiales registradas de enero a septiembre de 2016 fueron superiores en 1,2 °C a los niveles preindustriales [1750] y en 0,88 °C (1,58 °F) a la media del período de referencia de 1961-1990. Fueron especialmente elevadas en los primeros meses del año, durante los cuales se registraron anomalías mensuales sin precedentes de +1,12 °C (+2,02 °F) en febrero y de +1,09 °C (+1,96 °F) en marzo. De acuerdo con los datos operativos correspondientes a octubre del reanálisis ERA-40 del Centro europeo de predicción meteorológica a medio plazo, las anomalías en las temperaturas de octubre fueron similares a las de mayo a septiembre.

En la gran mayoría de las zonas terrestres, las temperaturas superaron la media del período de 1961-1990. **En algunas partes del Ártico de la Federación de Rusia cerca del estuario del río Ob y Novaya Zemlya, superaron la media en 6 °C a 7 °C. En muchas otras regiones árticas y subárticas de Rusia, Alaska y el noroeste de Canadá se superó la media en al menos 3 °C. En más del 90% de las zonas terrestres del hemisferio norte fuera de los trópicos, se registraron temperaturas de al menos 1 °C por encima de la media.** En el hemisferio sur las temperaturas fueron menos extremas, aunque en muchas regiones superaron la media en 1 °C o más, por ejemplo, en el norte de América del Sur, el norte y este de Australia y en gran parte del sur de África.

La única gran extensión terrestre con temperaturas por debajo de la media fue una parte de la región subtropical de América del Sur (el norte y el centro de Argentina, algunas zonas de Paraguay y las tierras bajas de Bolivia).

Océanos

En la mayoría de las zonas oceánicas las temperaturas superaron la media. Este aumento del calor contribuyó a una considerable decoloración de los arrecifes de coral e importantes perturbaciones de los ecosistemas marinos en algunas aguas tropicales, como la Gran Barrera de Arrecifes en la costa oriental de Australia, y en países insulares del Pacífico, como Fiji y Kiribati. **En algunas partes de la Gran Barrera de Arrecifes se informó sobre un nivel de mortalidad de los corales de hasta el 50%.**

[**COMENTARIO**.- Los arrecifes de coral poseen una gran riqueza ecológica. Se les denomina las *selvas del mar* y viven en ellos aproximadamente el 25% de las especies marinas. Son muy sensibles a los cambios de temperatura; su blanqueamiento, si persiste el estrés, significa la muerte del coral.]

La zona más importante en la que se registraron temperaturas de la superficie del mar por debajo de lo normal fue el océano Austral al sur de la latitud 45° (en especial, en la zona circundante del Pasaje de Drake entre América del Sur y la Antártida, donde las temperaturas alcanzaron valores de más de 1 °C por debajo de la media en algunos sectores).

El nivel del mar a escala mundial aumentó aproximadamente 15 milímetros entre noviembre de 2014 y febrero de 2016 como resultado del episodio de El Niño, muy por encima de la tendencia de 3 a 3,5 mm por año que se observó después de 1993,

y los valores de comienzos de 2016 alcanzaron nuevos niveles máximos sin precedentes. Desde febrero, el nivel del mar ha permanecido prácticamente estable.

Concentraciones de gases de efecto invernadero

En 2015 las concentraciones medias anuales de dióxido de carbono a escala mundial alcanzaron por primera vez las 400 partes por millón (ppm). Las observaciones iniciales indican nuevos récords en 2016. En cabo Grim (Australia), el promedio de los niveles de CO_2 de agosto alcanzó las 401,42 ppm, en comparación con las 398,13 ppm de agosto de 2015. En Mauna Loa (Hawái), las concentraciones medias semanales de CO_2 del 23 de octubre fueron de 402,07 ppm, en comparación con las 398,50 ppm de la misma fecha en 2015, **mientras que el valor de mayo de 2016 de 407,7 ppm constituyó el nivel mensual más elevado jamás registrado.**

Capa de hielo y de nieve

La extensión de los hielos marinos árticos fue muy inferior a la media a lo largo del año. El nivel mínimo estacional de septiembre alcanzó los 4,14 millones de kilómetros cuadrados, es decir, la segunda extensión más baja (junto con la de 2007) jamás registrada después de 2012. El nivel máximo invernal en marzo fue el más bajo del que se tenga constancia. La congelación de otoño también ha sido más lenta de lo normal; la extensión de los hielos marinos a fines de octubre fue la más baja jamás registrada para esa época del año.

Después de varios años de valores muy superiores a la media, la extensión de los hielos marinos de la Antártida disminuyó hasta alcanzar niveles casi normales a comienzos de 2016 y llegó al nivel máximo estacional casi un mes antes de lo habitual. A fines de octubre aún se encontraba muy por debajo de los niveles normales.

El deshielo estival de la capa de hielo de Groenlandia fue muy superior a la media del período de 1990-2013, y se registró una mayor intensidad de deshielo en julio, aunque menor que la del año récord de deshielo de 2012.

[**COMENTARIO**.- La reducción de la extensión del hielo marino ártico provoca una reducción del albedo [reflectividad] de 0,6 a 0,1, porque la superficie de hielo perdida es ocupada por el agua, cuyo albedo es menor, es decir, la proporción de energía solar incidente que absorbe es mayor, lo que incrementa el calentamiento global (*efecto albedo, efecto de retroalimentación positiva*). Lo mismo sucede con la reducción de la extensión de la nieve y hielo en toda la región continental septentrional; en este caso, las superficies de nieve y hielo son sustituidas por roca y tierra, también con un albedo menor y una mayor absorción de energía solar. Esto es lo que se denomina un *efecto de retroalimentación positiva*: el calentamiento global intensifica el propio calentamiento.]

Fenómenos de fuerte impacto

Muchos fenómenos meteorológicos tuvieron una gran repercusión en 2016. El más importante en cuanto al número de víctimas fue el **huracán Matthew en octubre**. Según las cifras proporcionadas por el Gobierno de Haití a comienzos de noviembre, hubo 546 muertes confirmadas y 438 personas lesionadas como resultado del huracán. Tras pasar por Haití, Matthew siguió su trayectoria hacia el norte y provocó daños en Cuba y las Bahamas, antes de dirigirse hacia la costa oriental de los Estados Unidos y tocar tierra en Carolina del Sur, donde causó graves inundaciones.

El tifón Lionrock provocó inundaciones destructivas y numerosas víctimas en la República Popular Democrática de Corea, y el ciclón Winston fue el ciclón tropical más devastador jamás registrado en la República de Fiji. En total al 31 de octubre, se registraron 78 ciclones tropicales en 2016 a escala mundial, una cifra cercana a la media a largo plazo.

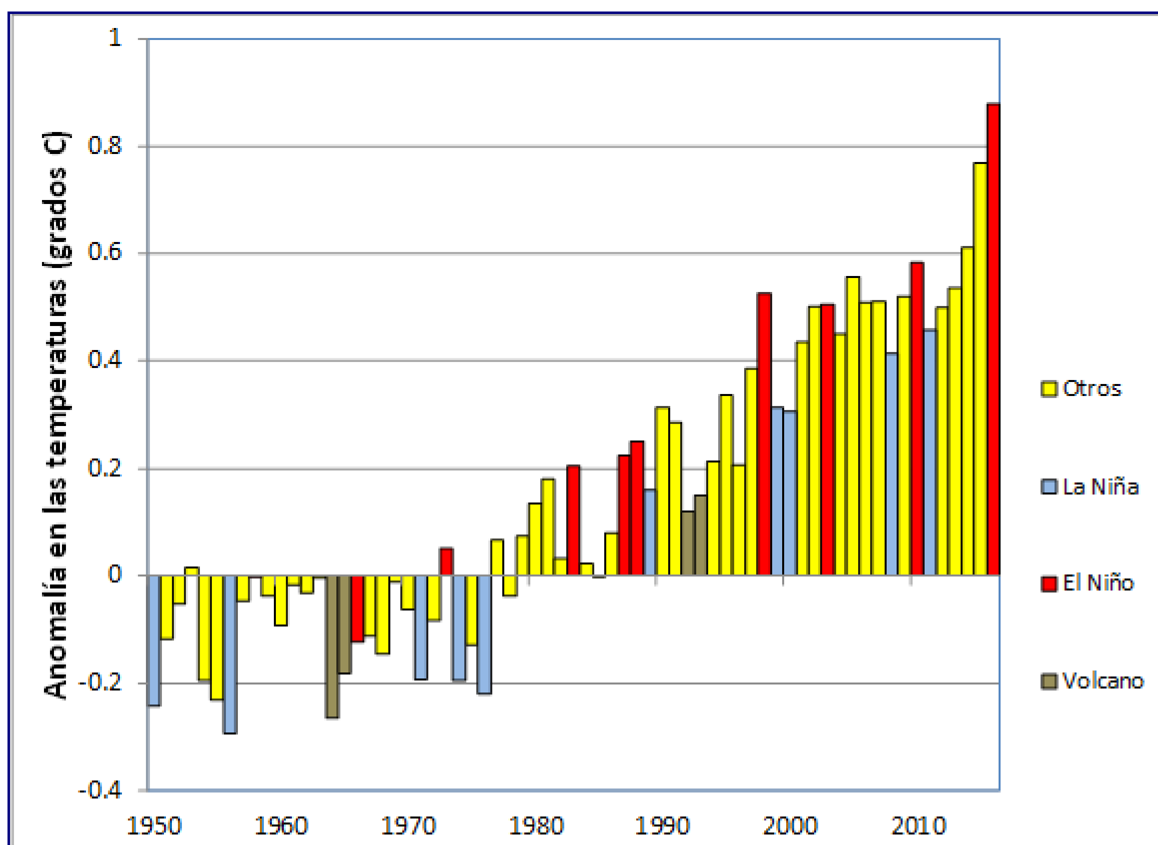
En la cuenca de Yangtze, en China, las crecidas estivales fueron las más importantes desde 1999 y provocaron la muerte de 310 personas y daños por aproximadamente 14.000 millones de dólares de Estados Unidos. Las inundaciones y los deslizamientos de tierra producidos en Sri Lanka a mediados de mayo provocaron la muerte o la desaparición de más de 200 personas y cientos de miles de desplazados. En el Sahel, las lluvias estacionales superiores a la media suscitaron considerables inundaciones en la cuenca del río Níger, y el río alcanzó los niveles más altos registrados en Malí en aproximadamente 50 años.

Durante 2016 se produjeron varias **olas de calor intensas**. El año comenzó con una ola de calor extremo en el sur de África, que se vio agravada por la sequía reinante. **En muchas estaciones se registraron niveles máximos sin precedentes, por ejemplo, 42,7 °C en Pretoria y 38,9 °C en Johannesburgo el 7 de enero. En Tailandia se estableció un récord nacional de 44,6 °C el 28 de abril. En Phalodi se registró un nuevo nivel máximo para India de 51,0 °C el 19 de mayo. En algunas regiones de Oriente Medio y el Norte de África se observaron temperaturas récord o casi récord en varias ocasiones en el verano. En Mitribah (Kuwait) se registró una temperatura de 54,0 °C el 21 de julio que, a condición de que se ratifique a través de los procedimientos normalizados de la OMM, será la temperatura más elevada de que se tenga constancia en Asia. El día siguiente, se registró una temperatura de 53,9 °C en Basora (Iraq) y 53,0 °C en Delhoran (Irán).**

En mayo se produjo el incendio forestal más devastador de la historia de Canadá en la ciudad de Fort McMurray, en Alberta. El incendio devastó una superficie total de aproximadamente 590.000 hectáreas [5.900 km^2, más que la superficie de Cantabria (5.300 km^2)] y constituyó el desastre natural más gravoso de este país. Provocó la evacuación total de la ciudad, destruyó un total de 2.400 edificios, causó pérdidas por valor de 4.000 millones de dólares canadienses (3.000 millones de dólares de Estados Unidos) en concepto de siniestros asegurados y varios miles de millones más en concepto de otras pérdidas.

Varias regiones del mundo se vieron afectadas por sequías graves, la mayoría de las cuales se relacionaron con el episodio de El Niño, que incidió en gran medida en la precipitación. En el sur de África se produjo una segunda mala estación de lluvias consecutiva en 2015-2016. En la mayor parte de la región generalmente llueve poco

entre mayo y octubre, y según la estimación del Programa Mundial de Alimentos, **17 millones de personas necesitarán asistencia durante la época de escasez antes de la siguiente cosecha a principios de 2017.**



Consecuencias humanitarias

Los cambios anuales y a largo plazo en el sistema climático pueden intensificar la presión social, humanitaria y medioambiental. Según la Organización Internacional para las Migraciones, se prevé un aumento de la migración de la población como resultado de la mayor frecuencia y la posible mayor intensidad de los desastres relacionados con el tiempo, la competencia y los conflictos por los recursos cada vez más escasos, así como el aumento del nivel del mar que haría inhabitables las zonas litorales bajas.

****

[**COMENTARIO**.- El párrafo precedente anuncia los graves conflictos que van a producirse en el futuro. Es de destacar que no solo se hace referencia a problemas climáticos, sino también a escasez de recursos. De hecho, todo esto ya está sucediendo, pero la escala de la conflictividad irá aumentando progresivamente. Un problema de enorme gravedad es la escasez de agua dulce, tanto para los seres humanos como para la agricultura y ganadería.]

Según el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR), en 2015 se produjeron 19,2 millones de nuevos desplazamientos debido a desastres relacionados con peligros meteorológicos, hidrológicos, climáticos y geofísicos en 113 países, lo que representa más del doble de los desplazados por conflictos y violencia. De estos, los peligros relacionados con el tiempo provocaron 14,7 millones de desplazados. El sur y el este de Asia predominaron en cuanto a las cifras absolutas más altas, aunque ninguna región del mundo quedó indemne. Aún no se dispone de datos

equivalentes para 2016.

****

Los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, que se vieron influenciados por el intenso episodio de El Niño en el período de 2015/2016, perjudicaron considerablemente la agricultura y la seguridad alimentaria. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, más de 60 millones de personas en todo el mundo, sobre todo en países en desarrollo, se vieron afectadas por estos fenómenos.

La Organización Meteorológica Mundial es el portavoz autorizado de las Naciones Unidas sobre el tiempo, el clima y el agua

www.wmo.int

Para más información, diríjase a: Clare Nullis, agregada de prensa. Correo electrónico: cnullis@wmo.int. Teléfono: +4122 730 8478. Teléfono móvil: +41 79 709 1397

Notas para los editores

Las anomalías de la temperatura mundial se calculan utilizando tres conjuntos de datos mundiales: HadCRUT4.4, elaborado conjuntamente por el Centro Hadley del Servicio Meteorológico Nacional del Reino Unido en colaboración con la Unidad de investigación climática de la Universidad de East Anglia, Reino Unido; el análisis GISTEMP (versión de 2016), elaborado por el Instituto Goddard de Investigaciones Espaciales (GISS) de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) de los Estados Unidos; y el conjunto de datos de análisis de la temperatura en superficie tierra-océano combinados de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) (versión 4.0), elaborado por los Centros Nacionales de Información Ambiental (NCEI). La OMM también utiliza los datos del reanálisis ERA-40 del Centro europeo de predicción meteorológica a medio plazo.

Existen diversas definiciones para el período preindustrial, y la utilizada más comúnmente corresponde a los períodos entre 1850 y 1899 y entre 1880 y 1899. El valor de 1,2 °C es válido (al 0,1 °C más cercano) en cualquiera de los períodos elegidos.

La información relativa a los impactos humanitarios y medioambientales fue proporcionada por el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados, la Organización Internacional para las Migraciones, el Programa Mundial de Alimentos, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

EL CALENTAMIENTO DEL ÁRTICO Y ALGUNAS DE SUS CONSECUENCIAS: SEQUÍAS, INUNDACIONES, OLAS DE FRÍO Y CALOR E INCENDIOS FORESTALES

http://elpais.com/elpais/2017/01/05/ciencia/1483641450_746829.html

Peter Wadhams, catedrático de Física Oceánica en la Universidad de Cambridge.

«La corriente en chorro que separa el Ártico de las masas de aire de latitudes más bajas es más lenta que antes, debido a que se ha reducido la diferencia de temperaturas entre esas latitudes y un Ártico en pleno calentamiento. Ese lento movimiento permite que se prolonguen los sistemas meteorológicos locales de un solo fenómeno: por ejemplo, sequías, inundaciones, mucho frío o bien olas de calor. Las mayores repercusiones se están notando en las latitudes intermedias del hemisferio norte, que son precisamente donde están las tierras de cultivo más productivas del planeta. Si el efecto persiste, la producción mundial de alimentos puede correr grave peligro, con consecuencias directas —hambruna— e indirectas, como el malestar social en los países pobres por la subida del precio de los alimentos.»

Como es natural, las intensas sequías y elevadas temperaturas aumentan el riesgo de incendios forestales. Los incendios provocan la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero, y a su vez la pérdida de masa forestal reduce la transformación del CO_2 atmosférico en oxígeno, lo que contribuye a que la concentración atmosférica del dióxido de carbono aumente, y con ello el incremento del calentamiento global.

http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/elporquedelascosas/2017/06/18/por-que-hay-olas-de-calor.htmlAntonio

Ruiz de Elvira, catedrático de Física Aplicada en la Universidad de Alcalá de Henares. Su investigación se centra en la Física del Clima y de la Atmósfera de la Tierra.

«Llevamos unos cuantos días de sufrimiento, con temperaturas en Madrid alrededor de los 40ºC. Y esto un año tras otro...

Esta ola de calor, como los intervalos frescos que la seguirán, se debe a los meandros del chorro polar. Éste está forzado por la diferencia de temperaturas entre el ecuador y el Polo Norte, y el Polo Norte está cada vez más caliente. El chorro está debilitado y, como los ríos sin pendiente, hace grandes meandros. En el meandro actual sobre España, el viento arrastrado por el chorro viene de Túnez, como hace unos días venía desde el Sáhara Occidental sobre Canarias.

Lo mismo que en invierno los meandros del chorro inyectaron aire frío al Mediterráneo desde el norte de Finlandia a un lado y después al otro de los Alpes, ahora esos meandros nos traen aire sahariano a un lado y al otro de el Atlas marroquí.»

http://www.laondaverde.org/laondaverde/globalwarming/fcons.asp

«[En Estados Unidos] La temporada de incendios forestales en el 2006 fijó nuevos récords tanto en el número de incendios reportados como en la cantidad de acres quemados. Se reportaron casi 100.000 incendios y se quemaron casi 10 millones de acres [40.469 kilómetros cuadrados, casi la superficie de Extremadura], 125% más que el promedio en 10 años.»

EL RIESGO DE LA INTENSIFICACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES

ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE AERONAÚTICA Y DEL ESPACIO (NASA) (2012)

Durante el año 2012 se produjeron extensos incendios en gran parte del mundo

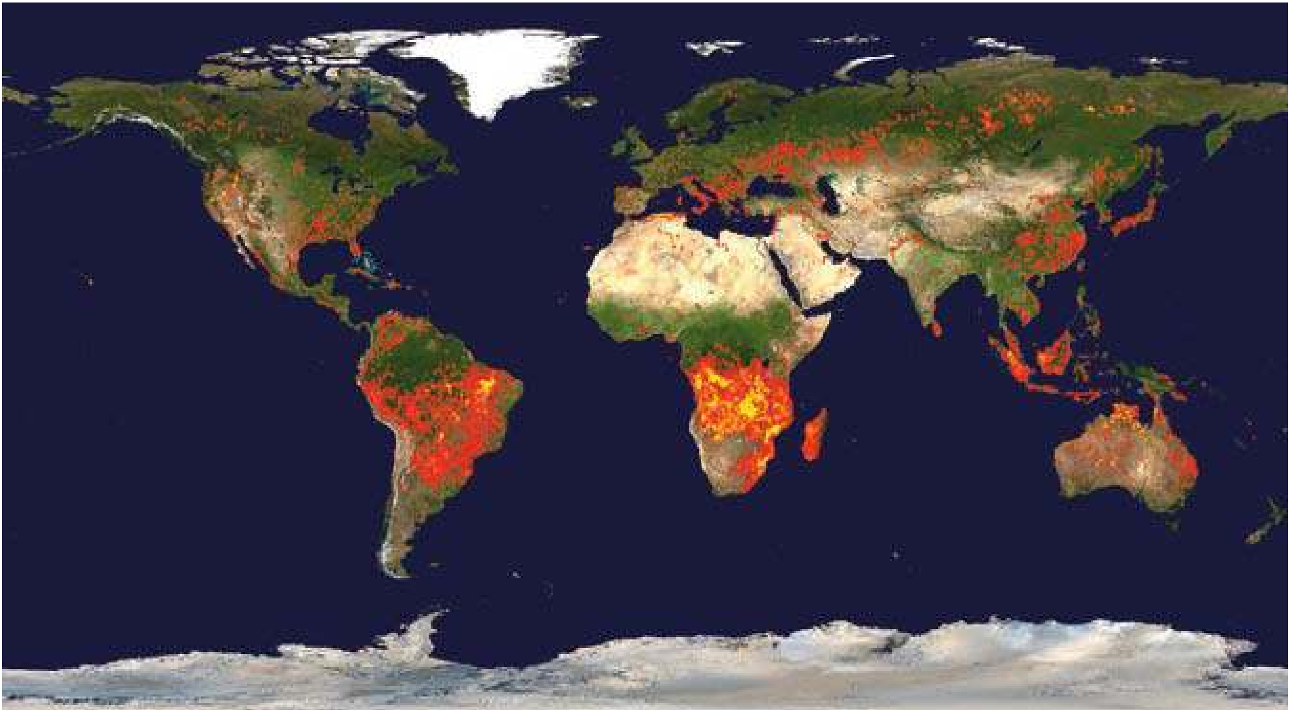


MAPA DE LA NASA DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN EE.UU. (2012)

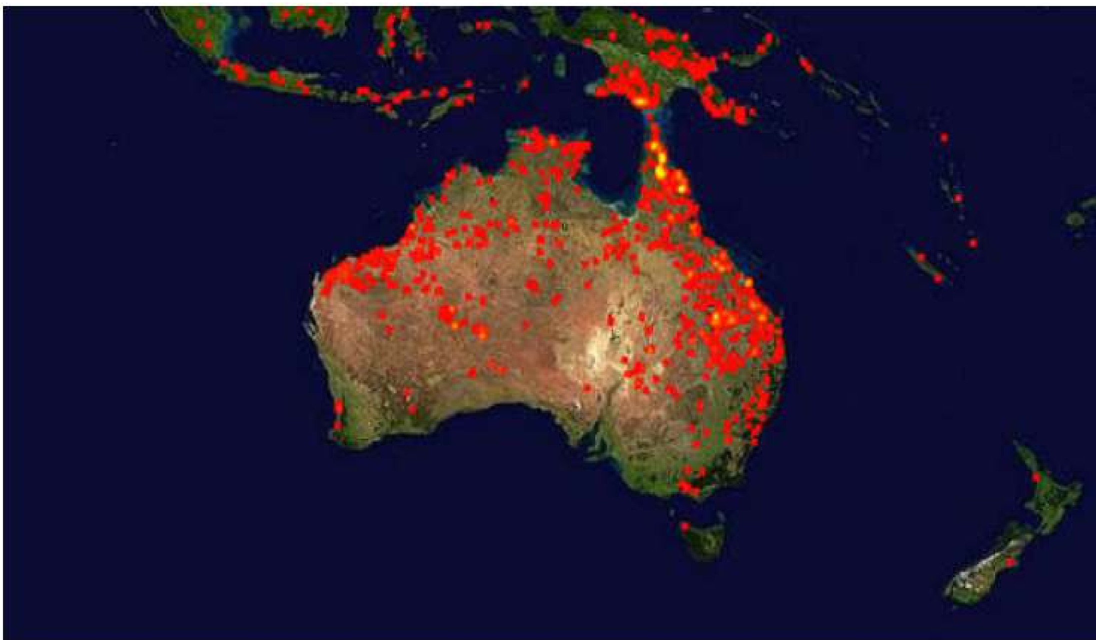
Las prolongadas sequías y elevadas temperaturas hacían muy difícil su extinción, de ahí la gran extensión que alcanzaron.

Estos extensos incendios, aparte de la inmensa pérdida de masa forestal que agrava el problema de la escasez de agua, inciden en la intensificación del cambio climático al generar gases de efecto invernadero que pasan a la atmósfera, y además, disminuyen la capacidad de los bosques como sumideros de estos gases mediante la función fotosintética de la vegetación que transforma el dióxido de carbono (CO_2) en oxígeno (O_2).

Dado que la frecuencia, duración e intensidad de las sequías, así como de las elevadas temperaturas va en aumento, y que los pronósticos son de que este proceso seguirá el mismo curso, debe desarrollarse un gran esfuerzo en la prevención y extinción de los incendios forestales.



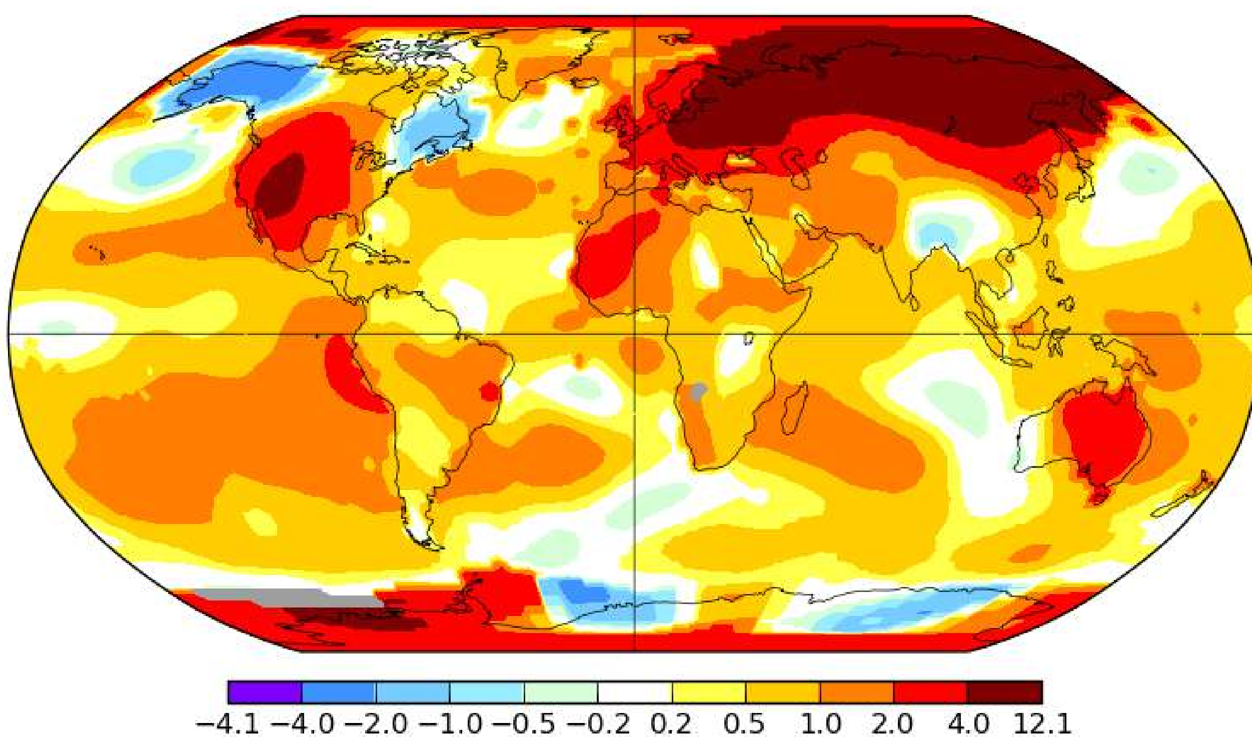
Mapa de la NASA de los incendios forestales en el mundo (2012)



Mapa de la NASA de los incendios forestales en Australia (2012-2013)

NASA INSTITUTO GODDARD DE ESTUDIOS ESPACIALES

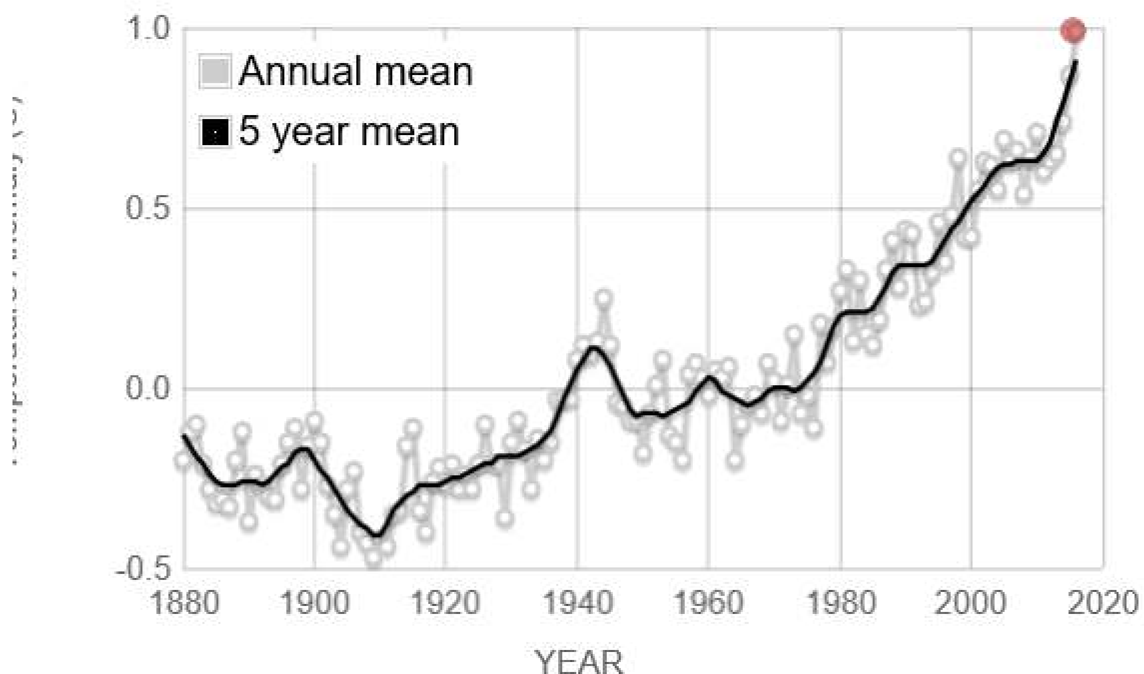
Variaciones en las temperaturas medias locales en marzo 2017 con respecto al promedio durante el período 1951-1980



Cambios en la temperatura media global con respecto al promedio del período 1951-1980

GLOBAL LAND-OCEAN TEMPERATURE INDEX

Data source: NASA's Goddard Institute for Space Studies (GISS). Credit: NASA/GISS



Click+drag to zoom RESET Get Data: HTTP | Snapshot: PNG

NOTAS.- El 0.0 de las ordenadas representa el valor promedio de la temperatura global durante el período 1951-1980.

La evolución de los cambios anuales está representada por la línea gruesa en negro.

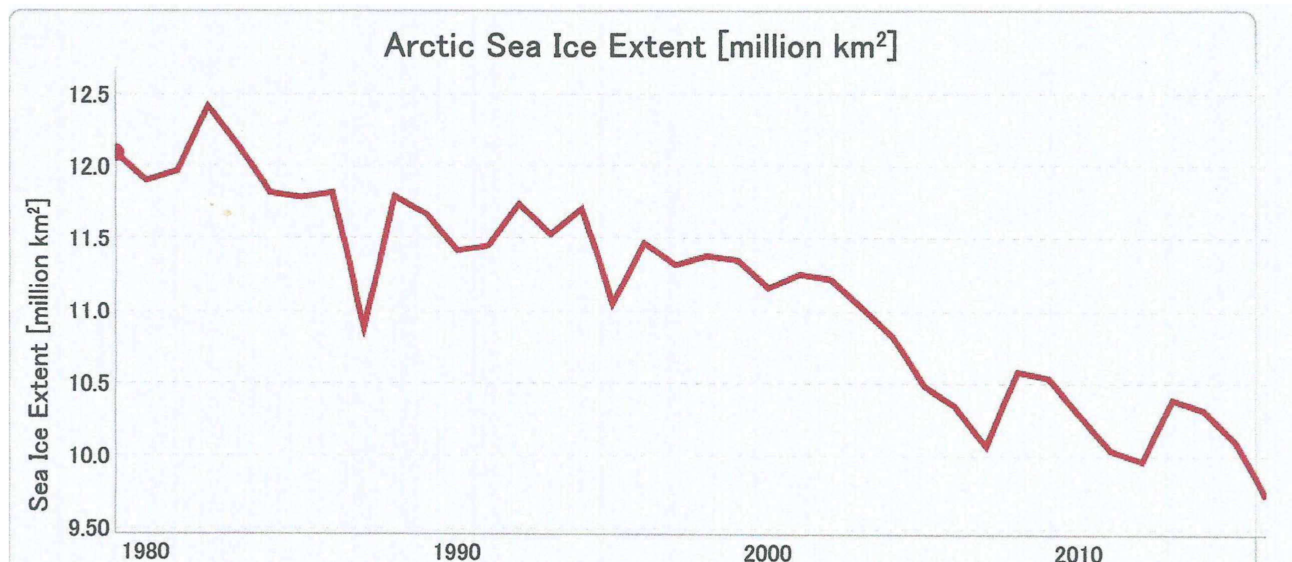
Puede observarse que en 2017 el cambio (incremento) es de 0,8 ^{o}C aproximadamente.

Se aprecia un continuo incremento a partir de 1975.

Puede, también, observarse cómo a partir de 2015 el incremento se intensifica.

EXTENSIÓN MEDIA ANUAL DEL HIELO MARINO ÁRTICO

Extensión media anual del hielo marino ártico en millones de km² desde 1979 hasta 2016



En ordenadas: extensión media anual del hielo marino ártico en millones de km²

Año	1979	1980	1981	1982	1983		2012	2013	2014	2015	2016
Extensión	12,09	11,91	11,97	12,42	12,13		9,97	10,4	10,32	10,11	9,73

Promedio quinquenal 1979-1983 = 12,104 millones de km²
Promedio quinquenal 2012-2016 = 10,106 millones de km²

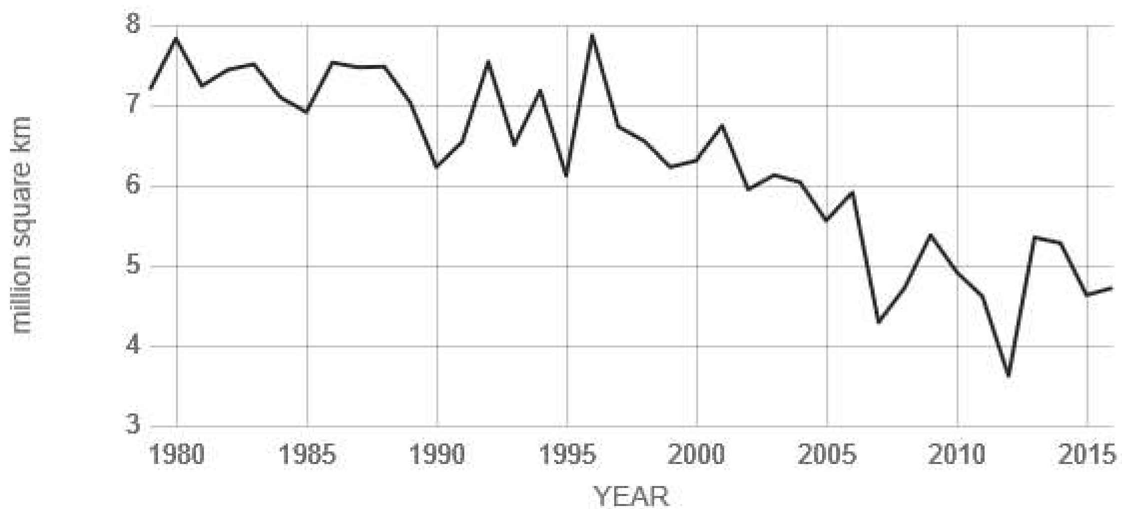
Se han tomado promedios quinquenales a fin de reducir las variaciones incidentales anuales.

Reducción en porcentaje del promedio quinquenal 1979-1983 al 2013-2016 de la extensión media anual del hielo marino ártico = 16,51 %

Tasa de reducción por década de la extensión del hielo marino ártico, basada en los promedios anteriores, durante el período 1979-2016 = 4,34 %

Elaboración propia con datos del NIPR
FUENTE: National Institute of Polar Research ADS (Artic Data archive System)
Web: JAXA – Arctic Data archive System (ADS) (extent graph → annual graph)
https://ads.nipr.ac.jp/vishop/#/extent

EXTENSIÓN PROMEDIO DURANTE EL MES DE SEPTIEMBRE DEL HIELO MARINO ÁRTICO DESDE 1979



Source: climate.nasa.gov

En ordenadas: Extensión promedio en millones de km² del hielo ártico durante el mes de septiembre desde 1979, calculado por observaciones satelitales

Tasa de reducción en el mes de septiembre por década = 13,3 %, relativo al promedio desde 1981 a 2010.

FUENTE: NASA GLOBAL CLIMATE CHANGE VITAL SIGNS OF THE PLANET
CRÉDITO: NSIDC **http://climate.nasa.gov/vital-signs/arctic-sea-ice/**

De los dos resultados anteriores se concluye que durante el mes de septiembre el hielo marino del ártico se está reduciendo mucho más rápido que el promedio anual.

En poco tiempo, como dice Wadhams en su artículo, ya no se formará hielo durante el mes de septiembre, y más tarde, el Océano Ártico podría quedar libre de hielo durante todo el año. La continúa reducción del albedo –del 0,6 para el hielo al 0,1 para el agua-- contribuye ininterrumpidamente a intensificar el calentamiento global. **Es un efecto de retroalimentación positiva: el calentamiento global provoca la reducción de la extensión del hielo, y esta última contribuye al calentamiento global.**

Todo este proceso irá acompañado de un incremento de la rapidez del deshielo en Groenlandia, que, por un lado, generará una progresiva ralentización de la corriente termohalina o cinta transportadora oceánica, y con ello una mayor peturbación del clima mundial; y por otro, intensificará la elevación del nivel del mar. Además, también se incrementará la fusión del permafrost ártico, lo que irá acompañado de una enorme liberación de metano que retroalimentará el calentamiento global. Se ralentizará igualmente la corriente en chorro ártica, por lo que se intensificarán la frecuencia, intensidad y duración de los fenómenos meteorológicos extremos: sequías, inundaciones, olas de frío y calor, en parte del hemisferio Norte, con todas sus graves repercusiones sobre los habitantes, la agricultura y economía en general. Ciertamente, algo tremendo, como señala Wadhams, se está fraguando en la región Ártico-Groenlandia. A todo esto hay que añadir el destructivo efecto en la ya extremadamente castigada flora y fauna planetarias, y asimismo la progresiva reducción de los recursos naturales.

IMAGEN: VARIACIÓN DEL PROMEDIO MENSUAL DE SEPTIEMBRE DE LA EXTENSIÓN DEL HIELO MARINO ÁRTICO DE 1979 A 2015

NASA GLOBAL CLIMATIC CENTER   Vital Signs of the Planet



SEPTIEMBRE 1979



SEPTIEMBRE 2015

En las fotografías de la NASA puede apreciarse la gran reducción de la extensión del hielo ártico desde el mes de septiembre de 1979 al de 2015



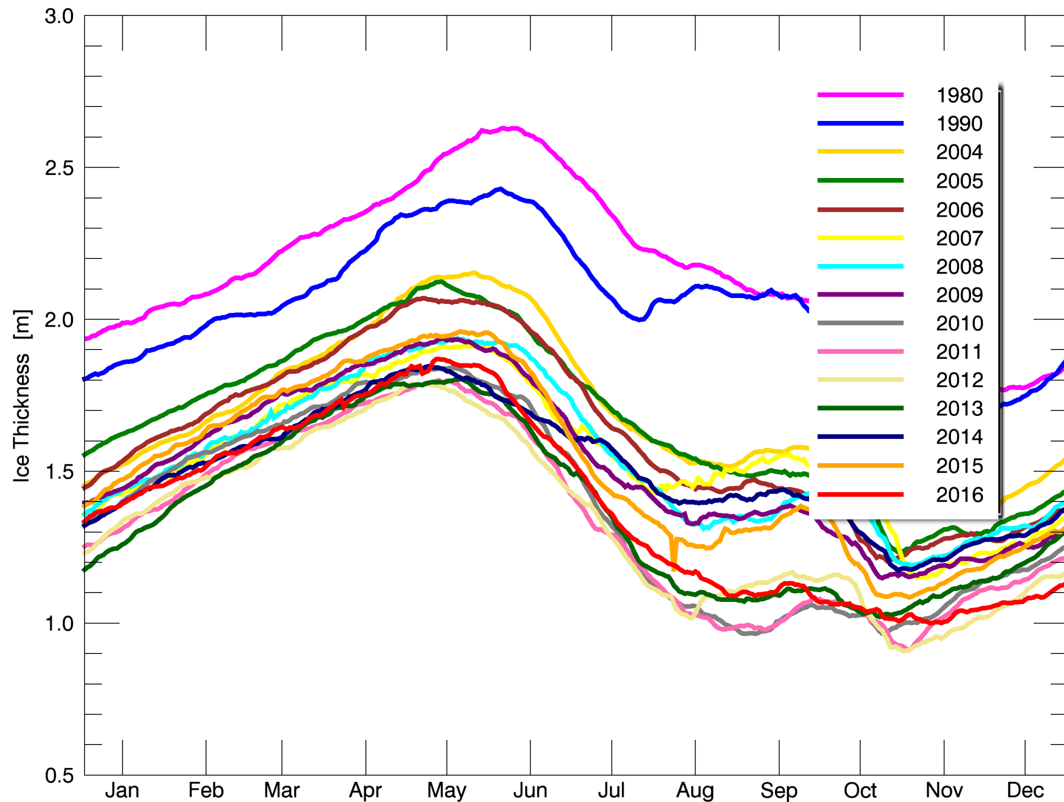
MÍNIMO REGISTRADO DE LA EXTENSIÓN DEL HIELO MARINO ÁRTICO: SEPTIEMBRE 2012

FUENTE: Observaciones por satélite. Página Web producida por el Earth Science Communications Team at NASA´s Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology
Crédito: NASA Scientific Visualization Center
http://climate.nasa.gov/vital-signs/arctic-sea-ice/

ESPESOR PROMEDIO DEL HIELO MARINO ÁRTICO

Espesor promedio diario del hielo ártico, según PIOMAS

Daily Average Arctic Sea Ice Thickness from PIOMAS



En abscisas, meses. En ordenadas, espesor del hielo expresado en metros. El valor dado para este espesor es un valor promedio sobre todas las regiones del Océano Ártico cubiertas de hielo en el día y año considerados, pero teniendo únicamente en cuenta el hielo de espesor superior a 15 cm (0,15 m).

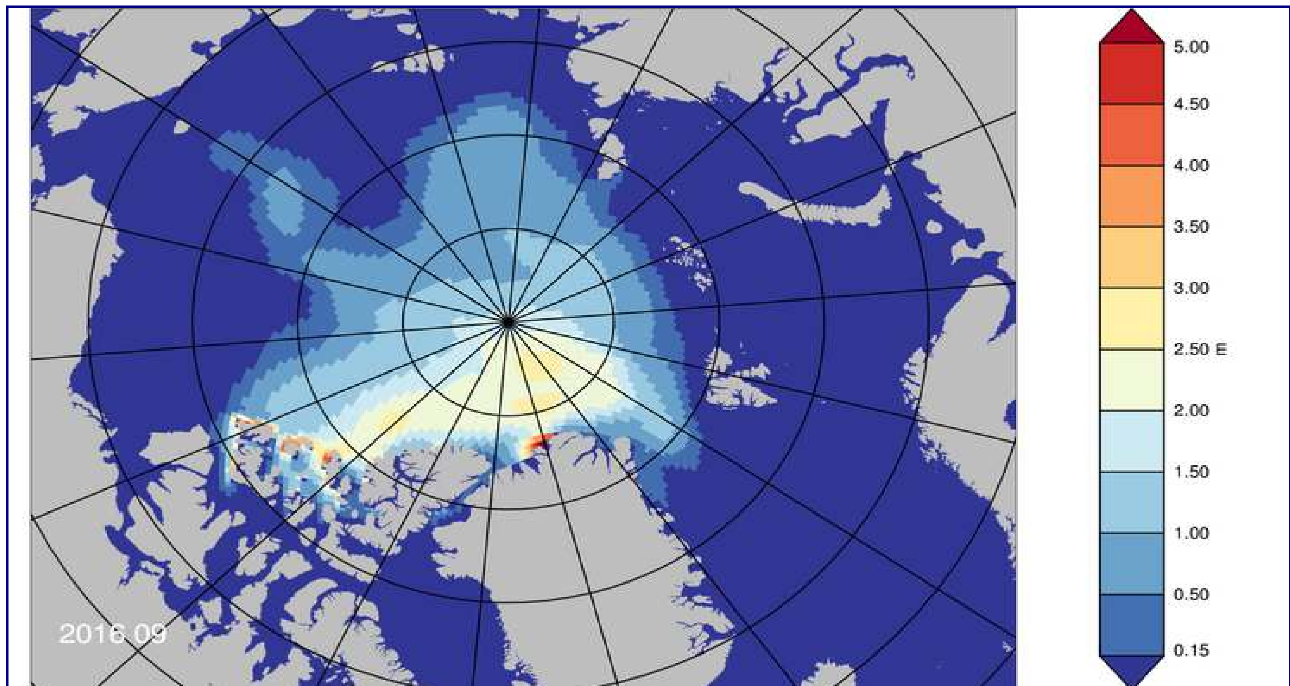
Cada línea coloreada, corresponde a los años indicados en el recuadro superior derecha.

Puede observarse como a medida que avanzan los años desde 1980, las líneas, en gran parte del recorrido, se encuentran a un nivel inferior, lo que indica una reducción en el espesor del hielo. La línea del año 2016 (en rojo) se encuentra aproximadamente a una distancia vertical de 70 cm por debajo de la de 1980 (en rosa, la línea superior) a lo largo de todo el año, lo que viene a significar que desde 1980 hasta el presente el espesor promedio del ártico ha disminuido aproximadamente en 70 cm.

FUENTE: Pan-Arctic Ice Ocean Modeling and Assimilation System (PIOMAS, Zhang and Rothrock, 2003) developed at APL/PSC. **(Sistema de Modelización y Asimilación de datos del hielo del Océano Ártico)**

http://psc.apl.washington.edu/research/projects/arctic-sea-ice-volume-anomaly/

PROMEDIO MENSUAL DEL ESPESOR DEL HIELO ÁRTICO EN SEPTIEMBRE DE 2016, SEGÚN EL PIOMAS



La barra de colores indica el espesor promedio mensual en septiembre de 2016. Puede observarse que el área de hielo con espesor entre 2,50 y 3,00 m es muy reducida (amarillo), y la superior a 3,50 m es ínfima (naranja y rojo). Un elevado porcentaje del espesor promedio del hielo marino ártico en septiembre de 2016 era inferior a 1,50 m (áreas en azul, excluyendo el más débil). El color azul muy intenso corresponde a la superficie marina libre de hielos.

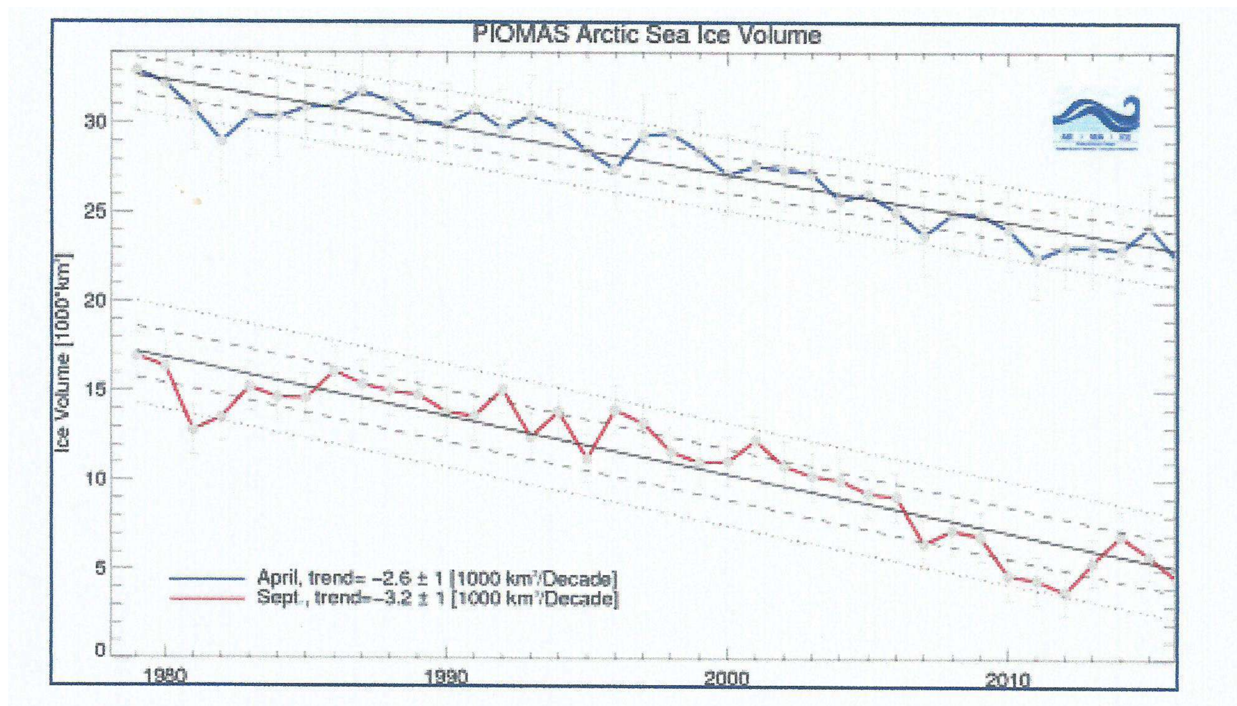
El espesor promedio del hielo en diciembre de 2016, sobre el sector de PIOMAS, es el más bajo que se ha registrado.

FUENTE: Pan-Arctic Ice Ocean Modeling and Assimilation System (PIOMAS, Zhang and Rothrock, 2003) developed at APL/PSC. **(Sistema de Modelización y Asimilación de datos del hielo del Océano Ártico)**

http://psc.apl.washington.edu/research/projects/arctic-sea-ice-volume-anomaly/

VOLUMEN DEL HIELO MARINO ÁRTICO

Volumen del hielo marino ártico, según el PIOMAS, en abril y septiembre desde 1979 hasta 2016



En la figura puede observarse un continuo descenso, con algunas oscilaciones, del volumen del hielo marino ártico desde 1979 hasta 2016, tanto durante el mes de abril, línea azul, como durante septiembre, línea roja.

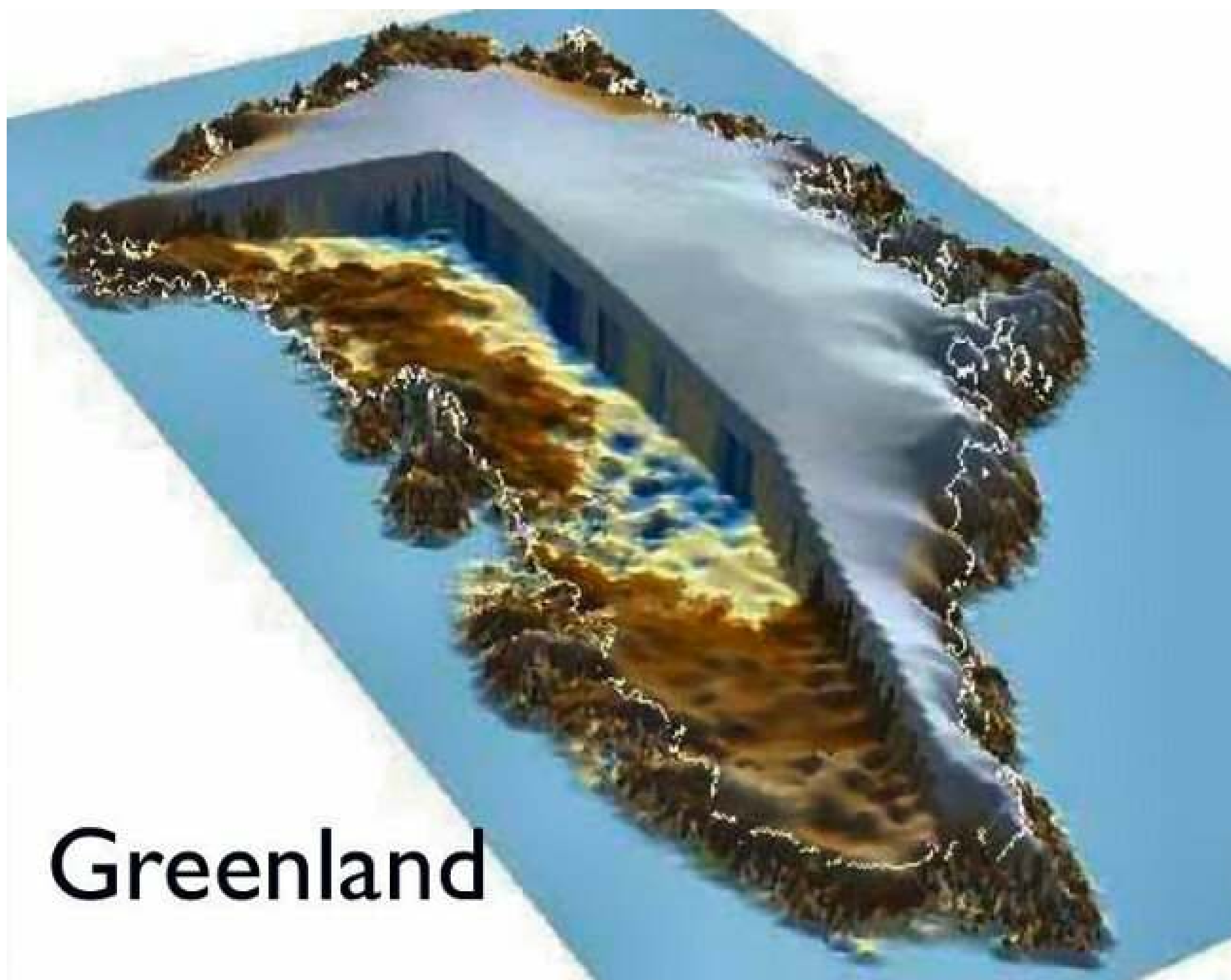
Durante el mes de abril, la tendencia de la reducción es de 2.600 km^3 por década; durante el mes de septiembre, 3.200 km^3 por década.

En diciembre de 2016, el volumen de hielo fue de 11.200 km^3, casi 1.000 km^3 por debajo del anterior récord de diciembre de 2012. Este récord es en parte el resultado de temperaturas anormalmente elevadas en todo el Ártico durante noviembre y diciembre.

FUENTE: Pan-Arctic Ice Ocean Modeling and Assimilation System (PIOMAS, Zhang and Rothrock, 2003) developed at APL/PSC. **(Sistema de Modelización y Asimilación de datos del hielo del Océano Ártico)**

http://psc.apl.washington.edu/research/projects/arctic-sea-ice-volume-anomaly/

LA GIGANTESCA CAPA DE HIELO DE GROENLANDIA HA ACELARADO SU FUSIÓN



Datos de la capa de hielo de Groenlandia (aproximadamente el 80% de la totalidad de la isla)

Superficie: 1.710.000 km^2 — **Casi igual a las de Portugal, España, Francia, Suiza, Bélgica, Países Bajos y Alemania juntas**

Longitud: 2.400 km

Ancho: 1.110 km

Espesor: 2.000 – 3.000 m

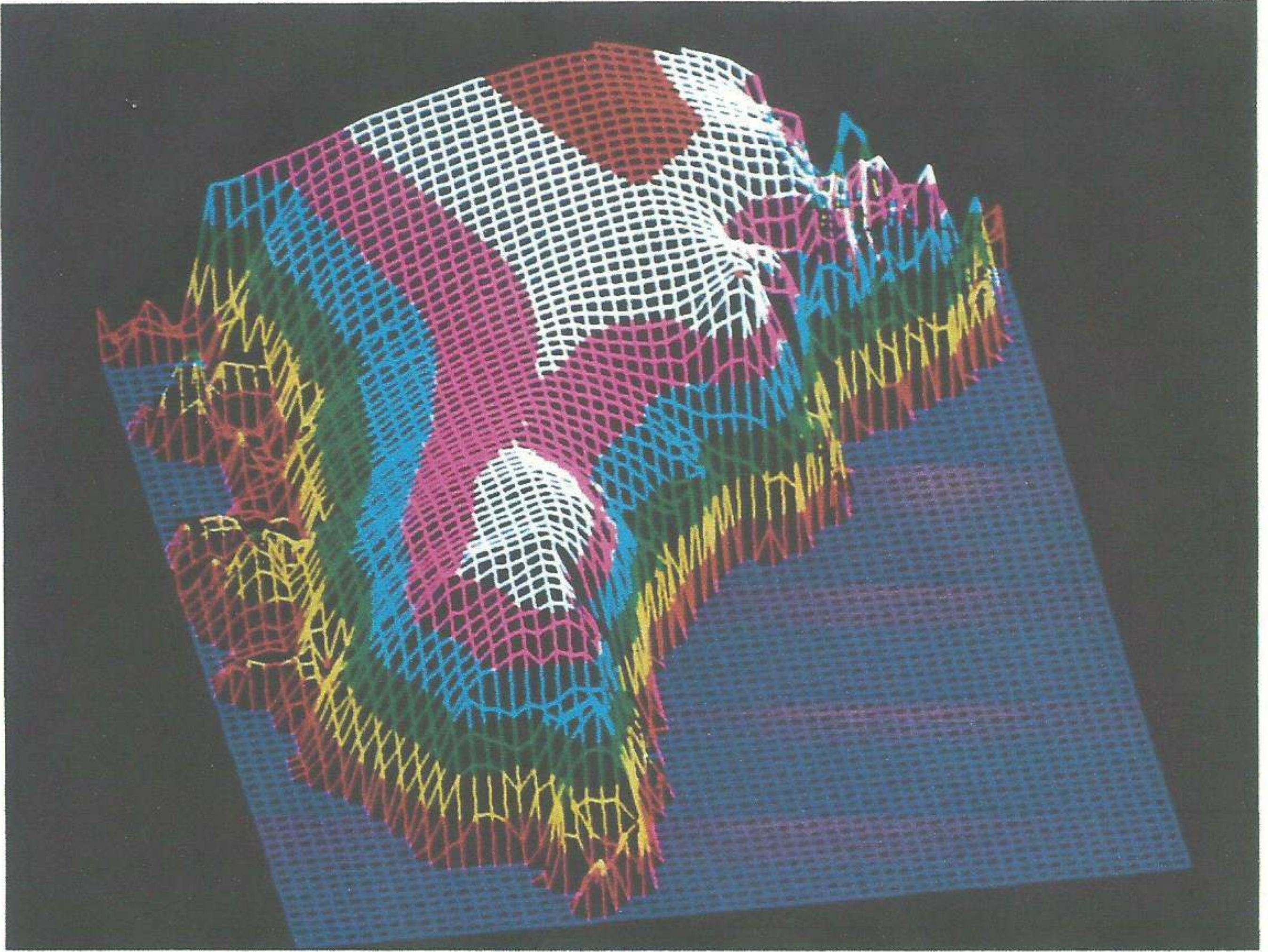


Figure 11. Three-dimensional perspective of Greenland (south of 72° N) from grid elevations. Bands change color every 500 meters of elevation. View is from SSW.

Perspectiva tridimensional de Groenlandia (al sur de los 72º N) por malla de elevaciones. Las bandas cambian de color cada 500 m de altura. La vista está tomada desde el sudsudoeste.

Muchos científicos que estudian la fusión del hielo de Groenlandia consideran que una elevación de la temperatura de 2 ó 3 grados centígrados daría por resultado el completo deshielo de la capa de hielo de Groenlandia. Situada en el Ártico, la capa de hielo de Groenlandia es especialmente vulnerable al cambio climático. El clima ártico está calentándose rápidamente y se proyectan reducciones de hielo ártico mucho más rápidas. Detallados registros evidencian que la capa de hielo de Groenlandia ha experimentado en los años recientes fusiones récord, lo que contribuirá en el futuro al ascenso del nivel del mar y a cambios en la circulación oceánica. Se cree que el área de la capa que experimenta la fusión se ha incrementado aproximadamente en un 16% entre 1979 (cuando empezaron los registros) y 2002. El área en fusión

en 2002 rompió todos los récords. El número de terremotos glaciales en el glaciar Helmheim y los glaciares del noroeste de Groenlandia se ha incrementado significativamente entre 1993 y 2005.

Con datos de los satélites de observación de la superficie terrestre CESAT y ASTER, un artículo publicado en Geophysical Research Letters (septiembre de 2008) muestra que casi el 75 por ciento de las pérdidas de hielo de Groenlandia se deben a los glaciares costeros.

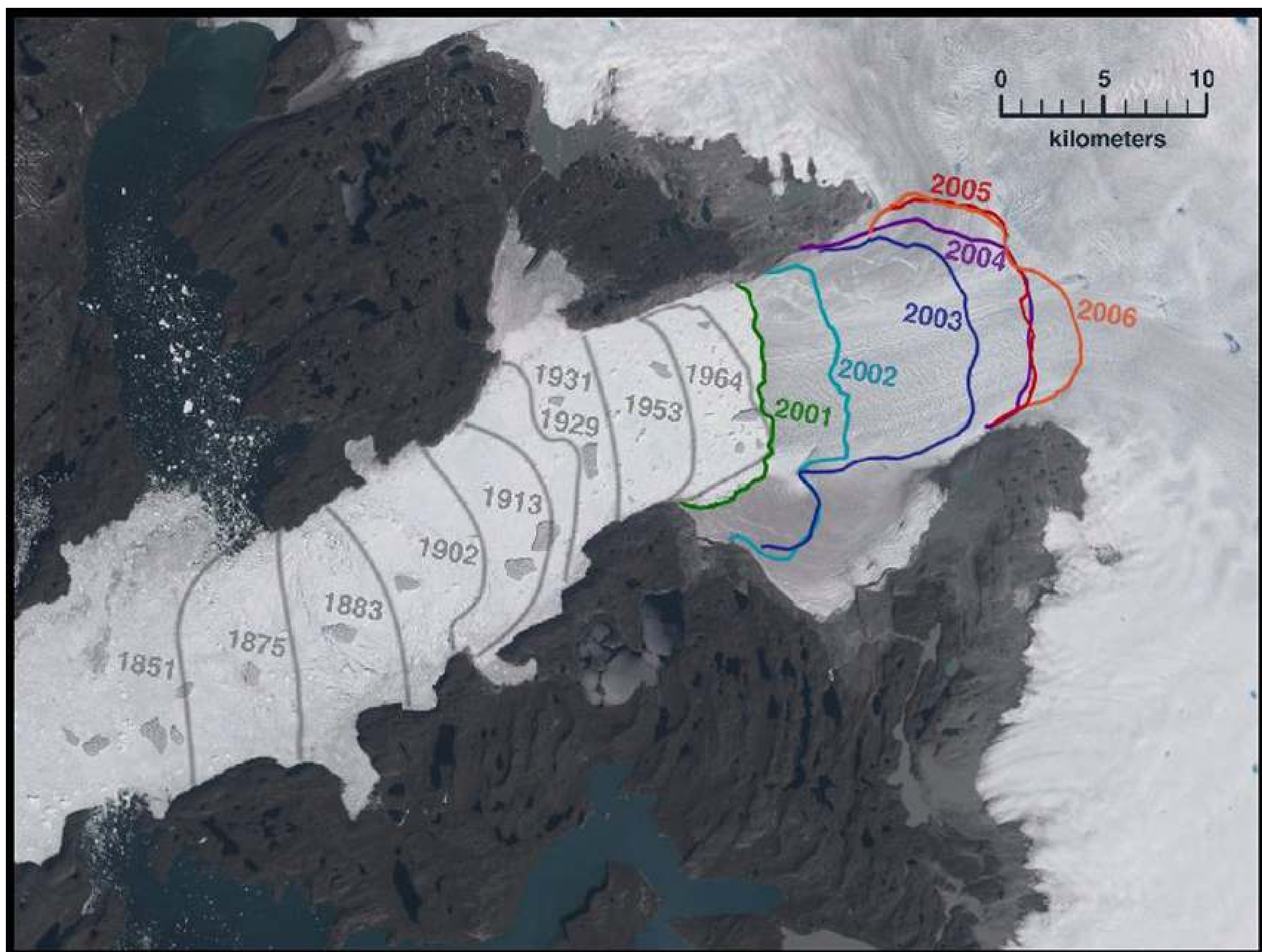
Si los 2.850.00 km^3 de hielo de Groenlandia se fundieran, se produciría un ascenso del nivel del mar de 7,2 m.

[NOTA.- Hay un general consenso sobre que la aceleración observada del deshielo de Groenlandia se debe fundamentalmente a una más rápida fragmentación de los glaciares costeros provocada por el recalentamiento global. En pocos años precedentes se han hecho nuevos y muy alarmantes descubrimientos que explican esta acelerada fragmentación de los glaciares costeros.]

Recientes fenómenos de pérdida de hielo:

- Entre 2000 y 2001: el glaciar Petermann del norte de Groenlandia perdió 85 km^2 de hielo flotante.
- Entre 2001 y 2005: el Sermek Kujallek se fragmentó, perdiendo 93 km^2, y sensibilizó a todo el mundo sobre la respuesta de los glaciares al cambio climático global.
- Julio de 2008: Investigadores que controlaban diariamente imágenes de satélites descubrieron que un trozo de 28 km^2 del glaciar Petermann se separó.
- Agosto de 2010: Una capa de hielo que medía 260 km^2 se desprendió del glaciar Petermann. Investigadores del Canadian Ice Service (Servicio Canadiense del Hielo) localizaron el desprendimiento por imágenes de un satélite de la NASA tomadas el 5 de agosto. Las imágenes mostraron que Petermann perdió aproximadamente una cuarta parte de su plataforma de hielo flotante de 70 km de longitud.
- Julio de 2012: Otra plataforma de hielo de dos veces el área de Manhattan, de aproximadamente 120 km^2, se separó del glaciar Petermann en el norte de Groenlandia.
- En 2016: del glaciar Jakobshavn se fragmentó un iceberg de 1.402 metros de espesor y de un área de aproximadamente 12,95 km^2.

FUENTE: WIKIPEDIA "Greenland Ice Sheet"
https://en.wikipedia.org/wiki/Greenland_ice_sheet



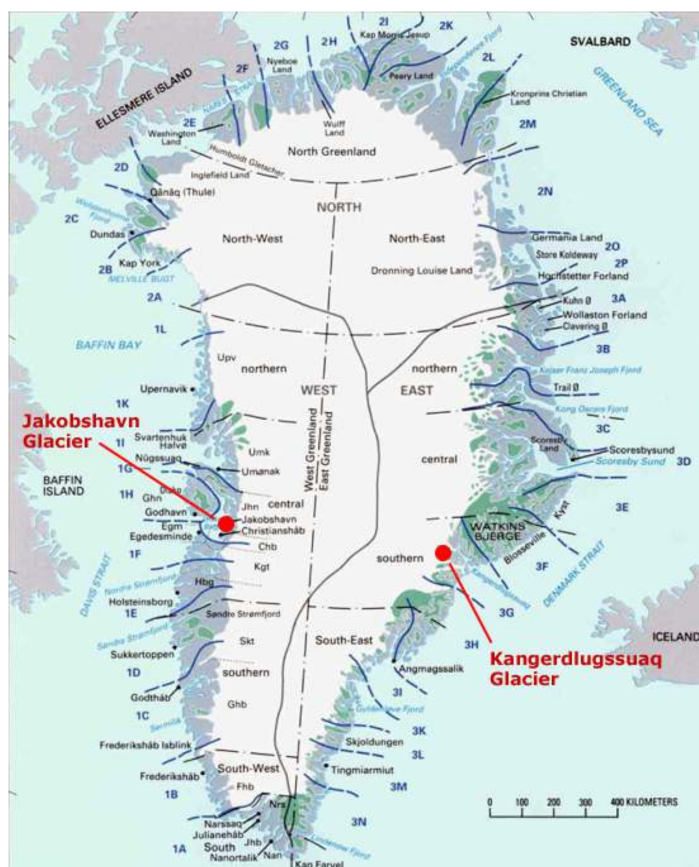
El glaciar Jakobshavn fotografiado el 7 de julio de 2001, con líneas sobrepuestas mostrando los frentes históricos de fragmentación. Las ubicaciones históricas en gris claro, de 1850 a 1964, fueron recopiladas por Anker Weidick y Ole Bennike. Las ubicaciones más recientes en color, de 2001 a 2006, han sido obtenidas por imágenes de satélite.

[NOTA.- Si se observan las fechas de las líneas sobrepuestas y las distancias entre ellas, puede notarse la enorme aceleración del deshielo de este glaciar a partir de 2001. Por ejemplo, entre las líneas correspondientes a 2002 y 2003, solamente un año, hay una distancia muy superior a la existente entre cualquier par de líneas históricas consecutivas desde 1851 hasta 2001 (área en blanco grisáceo), que abarcan períodos de tiempo que llegan hasta los 24 años. La aceleración del deshielo de la lengua glaciar es impresionante. Por la escala situada en la parte superior derecha de la imagen puede apreciarse que el ancho de la lengua glaciar es de 10 kilómetros, incluso mayor en algunas partes. Por lo que se concluye que en el deshielo anual actual están implicados enórmenes volúmenes.]

U. S. Department of Energy Office of Science ASCR Discovery



El frente de fragmentación del glaciar Jakobshavn en Groenlandia, mirando hacia el sur. ***Courtesy of Los Alamos National Laboratory/ NASA***
http://ascr-discovery.science.doe.gov/2014/11/chilly-models/



Situación del glaciar Jacobshavn en la costa oeste de Groenlandia, al sur de la parte central.

http://neven1.typepad.com/blog/2012/07/petermann-calves-again.html

Arctic Sea Ice Blog

FRAGMENTACIÓN DEL GLACIAR PETERMANN EN JULIO DE 2012

Julio de 2012: una plataforma de hielo de dos veces el área de Manhattan, de aproximadamente 120 km^2, se separó del glaciar Petermann en el norte Groenlandia

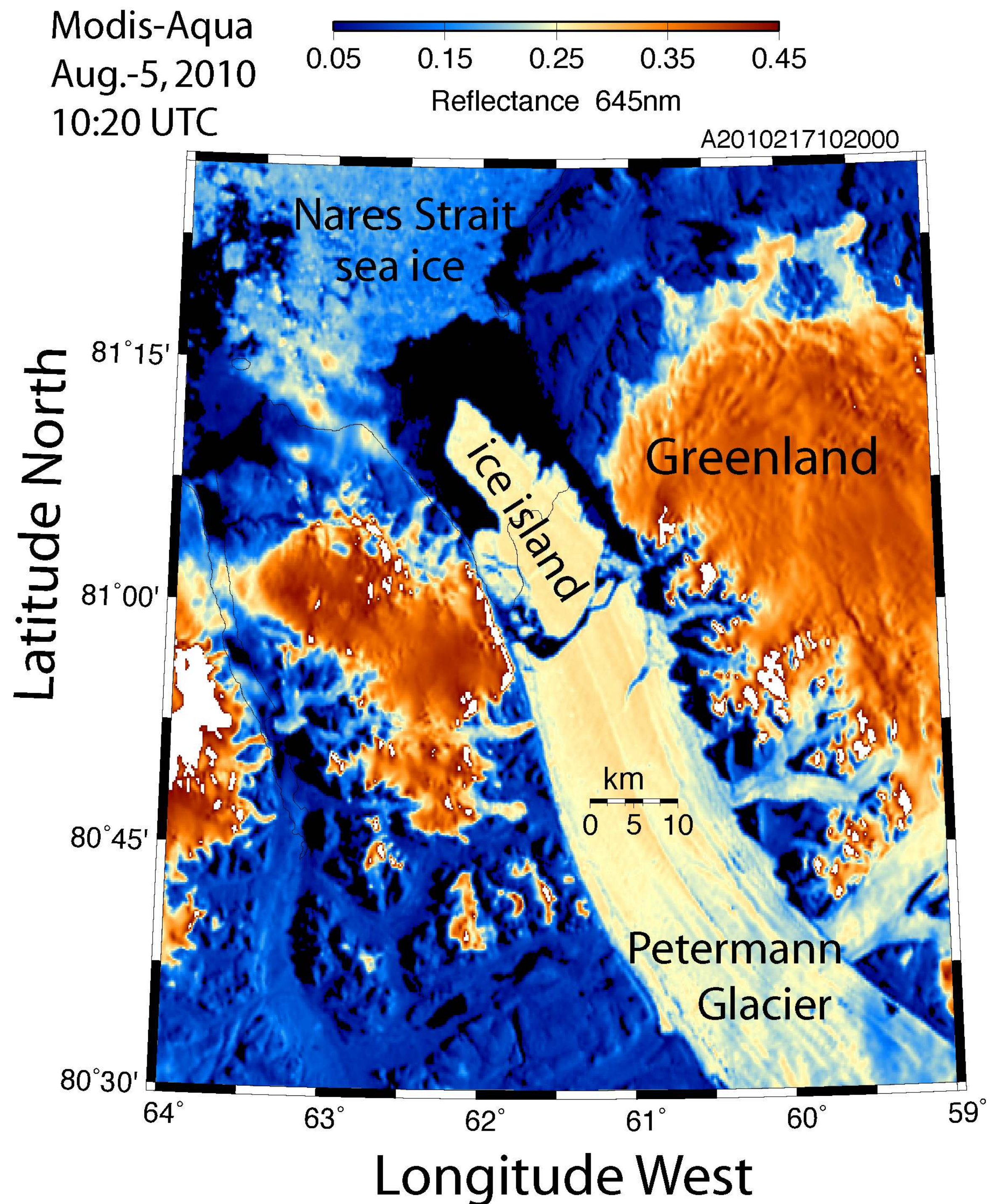


El glaciar Petermann está situado en la costa noroeste de Groenlandia (recuadro rojo)

LA REGRESIÓN DEL GLACIAR PETERMANN DE 2009 A 2011







En la imagen puede verse el desprendimiento de una isla de hielo del glaciar Petermann en el mes de agosto de 2010. La lengua del glaciar es de un ancho superior a 10 km.

https://en.wikipedia.org/wiki/Petermann_Glacier#/media/File:Petermann_Ice_Island_(2010).jpg

En la fotografía puede observarse la isla de hielo de una extensión aproximada de 260 km² que se desprendió del glaciar Petermann en agosto de 2010.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/44/Ice_Island_Calves_off_Petermann_Glacier.jpg



El glaciar Petermann está situado en la costa noroeste de Groenlandia. La lengua del glaciar fluye hacia el noroeste.



Los astronautas de la Estación Espacial Internacional utilizaron una cámara digital para obtener esta vista de la isla de hielo del glaciar Petermann (2010) frente a la costa nordeste de Terranova. Esta costa de Terranova puede percibirse ligeramente en la parte inferior.

https://en.wikipedia.org/wiki/Petermann_Glacier#/media/File:Melt_Ponds,_Petermann_Ice_IslandJPG



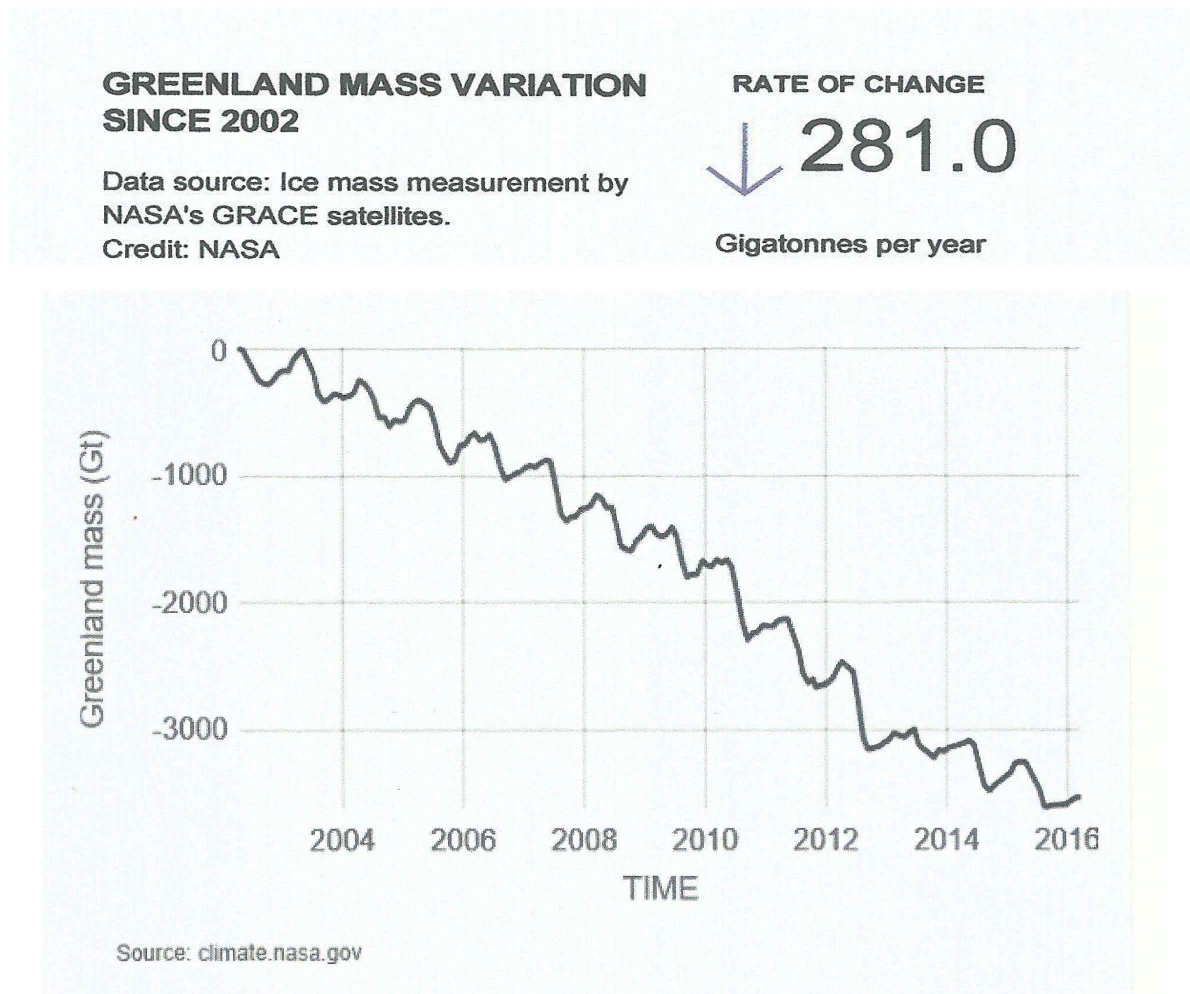


El glaciar Petermann en la costa noroeste **Groenlandia y Terranova**

El glaciar Jakobshavn en la costa oeste, al sur de la parte central de la isla

https://www.google.es/search?q=petermann+glacier+location&biw=1024&bih=719&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwj9yruQusjRAhUBGBQKHXgpAxAQsAQIMA#imgrc=wHrEfk9zrQ_neM%3A

VARIACIÓN DE LA MASA DE LA CAPA DE HIELO DE GROENLANDIA DESDE 2002



Tasa de pérdida: 281,0 Gigatoneladas (mil millones de toneladas) por año, con una cota de error absoluto de ±29 Gigatoneladas (cota de error relativo = ±10,3%).

FUENTE DE DATOS: Medidas de la masa de hielo por los satélites GRACE de la NASA

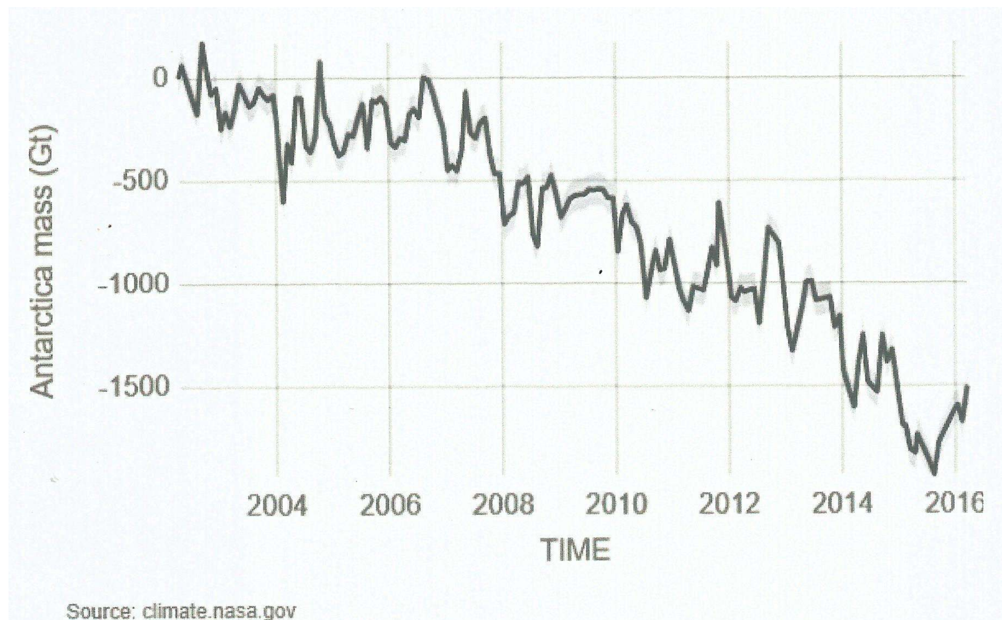
Crédito: NASA

FUENTE: NASA Global Climate Change Vital Signs of the Planet

http://climate.nasa.gov/vital-signs/land-ice/

OTRA TEMIBLE AMENAZA: LA ANTÁRTIDA TAMBIÉN ESTÁ PERDIENDO MASA DE HIELO

PÉRDIDA DE LA MASA DE HIELO DE LA ANTÁRTIDA DESDE 2002



Tasa de pérdida: 118,0 Gigatoneladas (mil millones de toneladas) por año, con una cota de error absoluto de ±79 Gigatoneladas (cota de error relativo = ±66,9%).

La tasa de pérdida de masa de hielo de la capa de Groenlandia es de 281,0 Gigatoneladas por año, es decir, 2,38 veces mayor (un 138% superior).

FUENTE DE DATOS: Medidas de la masa de hielo por los satélites GRACE de la NASA
Crédito: NASA
FUENTE: NASA Global Climate Change Vital Signs of the Planet
http://climate.nasa.gov/vital-signs/land-ice/